



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO
 DEL PESCHIERA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

aceq
 acqua
 ACEA ATO 2 SPA



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. PhD Alessia Delle Site

SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Avv. Vittorio Gennari
 Sig.ra Claudia Iacobelli
 Ing. Barnaba Paglia

aceq
 Ingegneria
 e servizi



CONSULENTE

Ing. Biagio Eramo

ELABORATO

A194PD R002 8

COD. ATO2 APE10116

DATA OTTOBRE 2019

SCALA

Progetto di sicurezza e ammodernamento
 dell'approvvigionamento della città
 metropolitana di Roma

"Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
 idrico del Peschiera",
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	DIC-19	AGGIORNAMENTO PER SIA	
2	MAR-20	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
3	LUG-20	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
4	GEN-21	AGGIORNAMENTO PARERE CSLLPP VOTO DEL 14/10/2020	
5	SETT-21	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
6	GIU-22	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
7	OTT-22	AGGIORNAMENTO UVP	
8	APR-23	INTEGRAZIONI ED AGGIORNAMENTI IN AMBITO AUTORIZZATIVO	
9			
10			

**NUOVO TRONCO SUPERIORE ACQUEDOTTO
 DEL PESCHIERA
 dalle Sorgenti alla Centrale di Salisano**

CUP G33E17000400006

PROGETTO DEFINITIVO

TEAM DI PROGETTAZIONE

CAPO PROGETTO

Ing. Angelo Marchetti

IDRAULICA

Ing. Eugenio Benedini

GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

Geol. Stefano Tosti

GEOTECNICA E STRUTTURE

Ing. Angelo Marchetti

ASPETTI AMBIENTALI

Ing. Nicoletta Stracqualursi

ATTIVITA' TECNICHE DI SUPPORTO

Geom. Stefano Francisci

ATTIVITA' PATRIMONIALI

Geom. Fabio Pompei

Hanno collaborato:

Ing. Geol. Eliseo Paolini

Geol. Yousef Abu Sabha

Geol. PhD Paolo Caporossi

Geol. Simone Febo

Geol. Filippo Arsie

Geol. Marco Marrocco



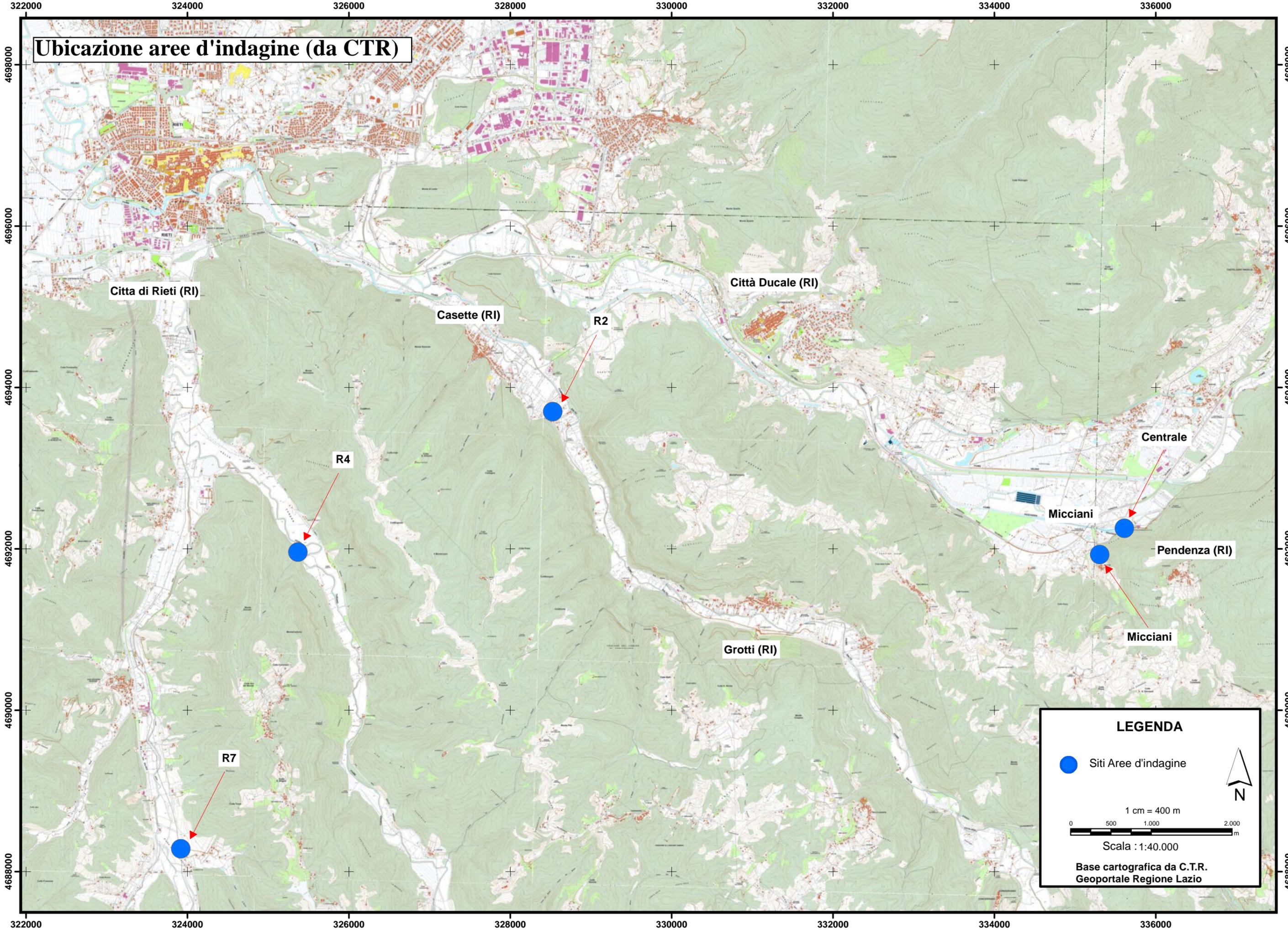
RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATO 13

CONSULENTI

CERI - Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e Controllo dei Rischi Geologici

Ubicazione aree d'indagine (da CTR)



LEGENDA

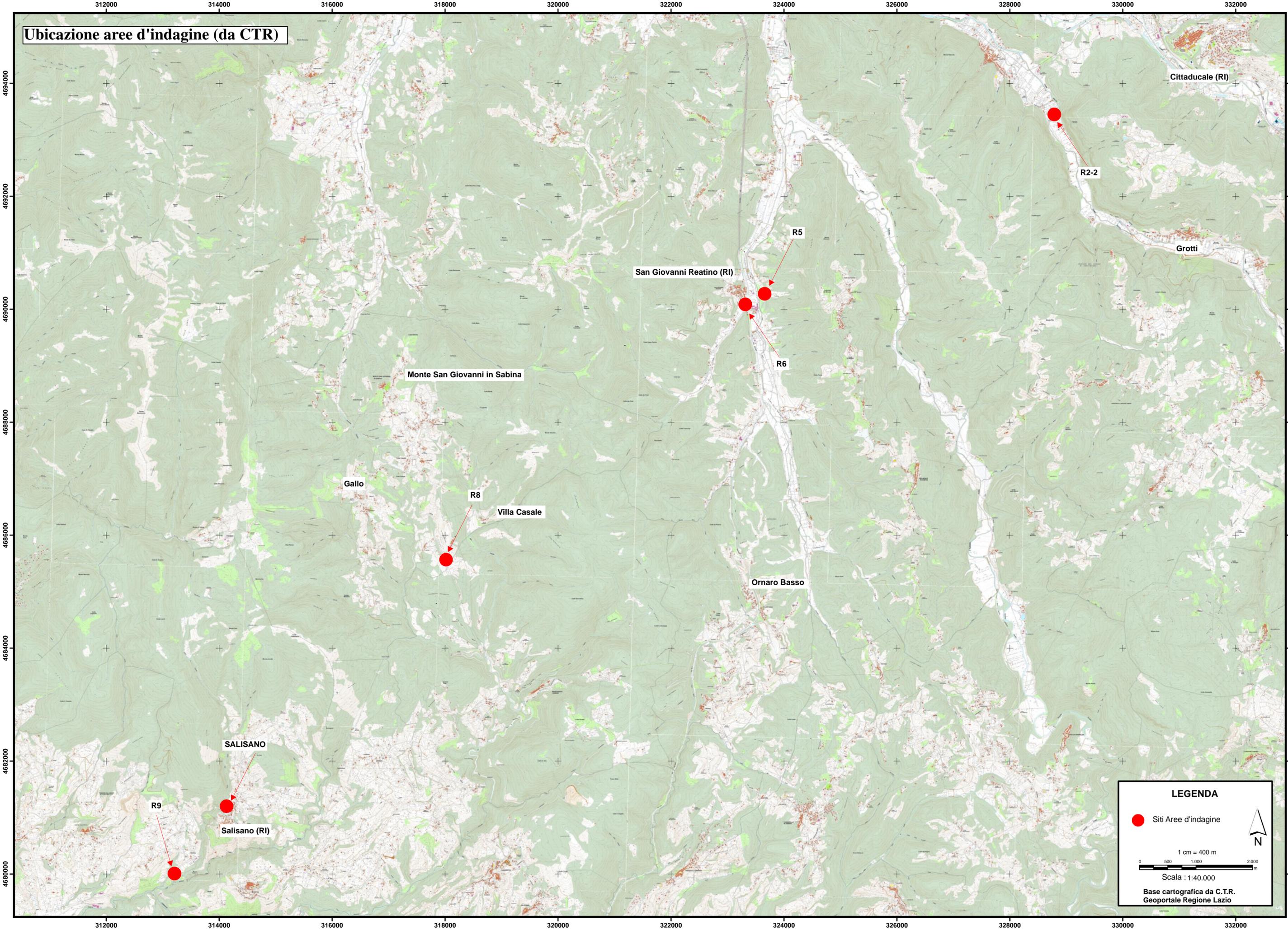
● Siti Aree d'indagine

1 cm = 400 m
0 500 1.000 2.000 m

Scala : 1:40.000

Base cartografica da C.T.R.
Geoportale Regione Lazio

Ubicazione aree d'indagine (da CTR)



LEGENDA

- Siti Aree d'indagine

1 cm = 400 m

0 500 1.000 2.000 m

Scala : 1:40.000

Base cartografica da C.T.R.
Geoportale Regione Lazio

ALLEGATO INDAGINE SISMICA “SITO R8”

- Relazione esplicativa
- Ubicazione misure sismiche (da Ortofoto-CTR) –scala 1:2.000
- Sismogrammi sismica a rifrazione onde longitudinali (onde P)
- Sismogrammi sismica a rifrazione onde trasversali (onde SH)
- Dromocrone onde longitudinali (onde P)
- Dromocrone onde trasversali (onde SH)
- Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica
- Esempio di sismogramma a 48 tracce (sismica a riflessione)
- Sismogrammi a 24 tracce utilizzati per l’analisi in Common Mid Point
- Analisi prospezione sismica a riflessione
- Documentazione fotografica

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001:2015, n. SA.00014/19
OHSAS 18001:2007, n. SA.00015/19



SOA 05208 ■ Livello



GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750 • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | www.geoprove.eu • info@geoprove.eu

Indice

1	PREMESSA	2
2	PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE	3
	2.1 tecniche operative.....	3
	2.2 Analisi dei dati.....	4
	2.3 Risultati	5
3	PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE	6
	3.1 tecniche operative.....	6
	3.2 Analisi dei dati.....	7
	3.3 Risultati	8

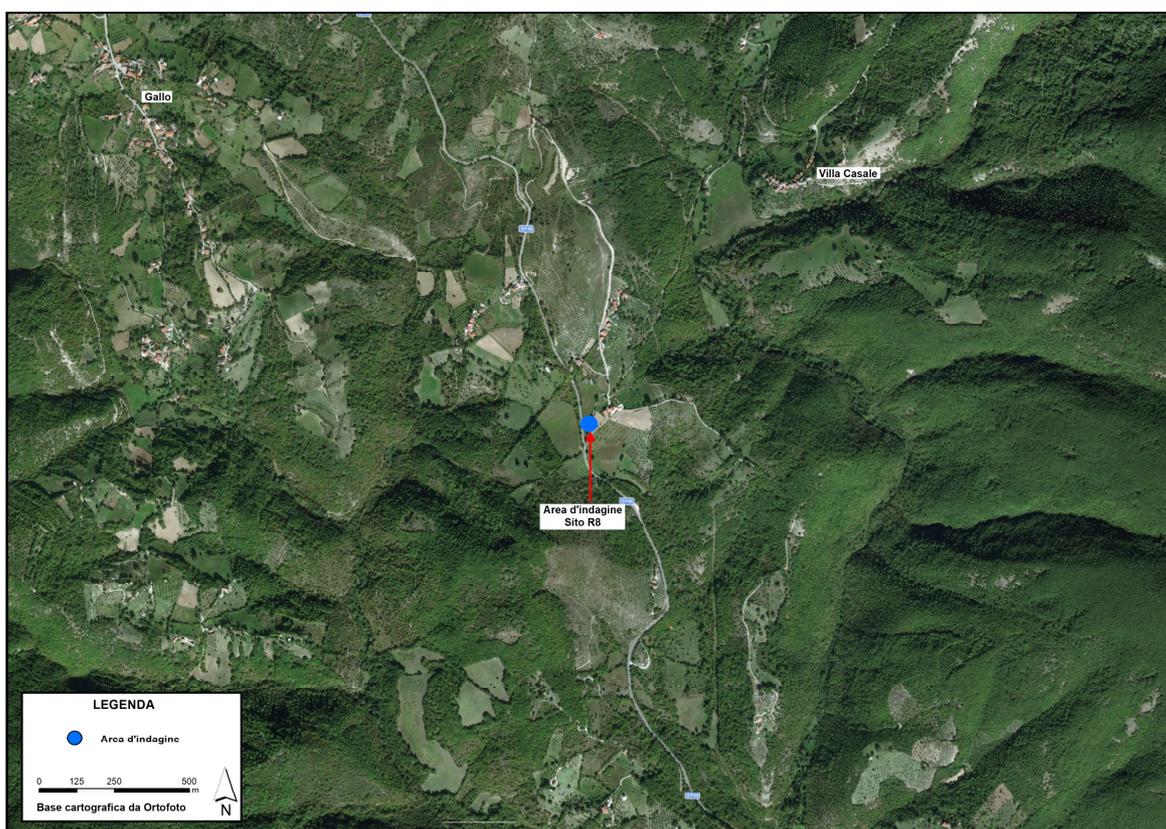
ALLEGATI

- **Ubicazione misure sismiche (da Ortofoto-CTR) - scala 1:2.000**
- **Sismogrammi sismica a rifrazione onde longitudinali (onde P)**
- **Sismogrammi sismica a rifrazione onde trasversali (onde Sh)**
- **Dromocrone onde longitudinali (onde P)**
- **Dromocrone onde trasversali (onde Sh)**
- **Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica**
- **Esempio di sismogramma a 48 tracce (sismica a riflessione)**
- **Sismogrammi a 24 tracce utilizzati per l'analisi in Common Mid Point**
- **Analisi prospezione sismica a riflessione**
- **Documentazione fotografica**

1 PREMESSA

Per incarico conferito alla “GEOPROVE S.r.l.” da “ACEA ELABORI S.P.A”, è stata eseguita una campagna di prospezioni sismiche nell’ambito delle **“INDAGINI GEOGNOSTICHE FINALIZZATE ALLA PROGETTAZIONE DEL NUOVO TRONCO SUPERIORE DELL’ACQUEDOTTO DEL PESCHIERA – CONTRATTO QUADRO N. 3900005591”** nel sito **R8**.

In questo sito sono stati eseguiti due profili sismici a rifrazione in onde longitudinali (onde P) e trasversali (onde Sh) ed un profilo di sismica a riflessione.



Ubicazione del sito d’indagine

2 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

2.1 Tecniche operative

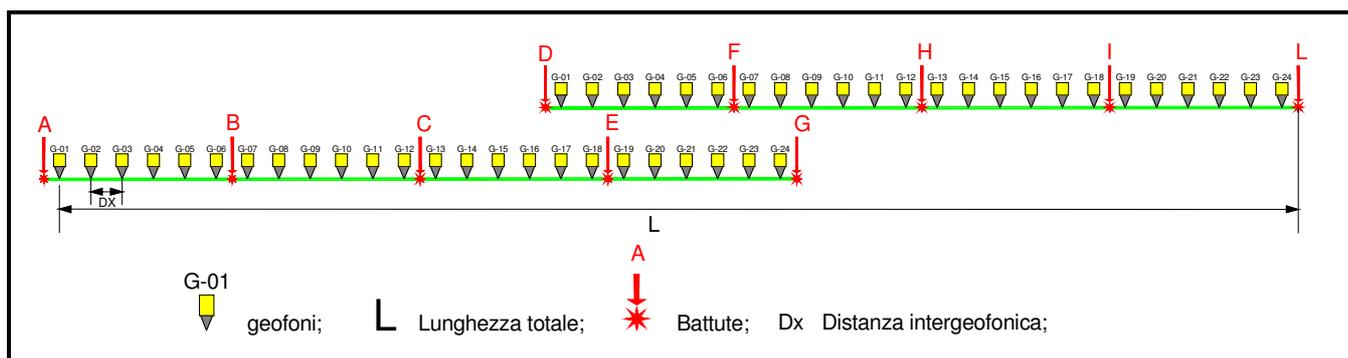
Sono stati utilizzati due profili sismici a rifrazione in onde P ed Sh utilizzando geofoni a 14 Hz. Le tracce sono state registrate impostando i seguenti parametri:

	frequenza di campionamento	Lunghezza registrazioni	sorgente
Onde P	0.0625 millisecondi	500 ms	Martello/PEG
Onde Sh	0.125 millisecondi	1 secondo	martello

Di seguito sono tabellate le caratteristiche dei profili acquisiti:

Denominazione	Lunghezza	Distanza geofonica	Numero scoppi	N. Canali
Profilo 1	120 m	5.0 m	5.0	24
Profilo 2	120 m	5.0 m	5.0	24

I profili sono accavallati tra loro, vedi schema seguente, e sono stati trattati come un'unica sezione in tomografia sismica.



Schema geometrico di acquisizione

2.2 Analisi dei dati

Per prima cosa sono stati individuati sui sismogrammi i tempi dei primi arrivi delle onde P. Questa operazione è definita picking e si effettua dopo aver registrato e opportunamente filtrato il segnale acquisito.

I file così ottenuti vengono caricati nel software **TomTime** della **Geotom, LCC** che consente di amplificare il segnale in modo da facilitare l’operazioni di picking e registra i valori dei tempi del reale punto di primo arrivo. I tempi vengono importati in un altro software Gremix (Interpex Limited, 1990) che a partire da questi dati e dalle geometrie dello stendimento traccia le dromocrone.

Attraverso un’interpolazione grafica manuale ottimizzata dalle funzioni del software si ottiene, attraverso il metodo del G.R.M operato dal Gremix, lo spessore relativo degli strati presenti e le rispettive velocità. Si visualizza graficamente il modello ottenuto in funzione della velocità e profondità dei rifrattori.

E’ stata successivamente eseguita l’interpretazione tomografica che a partire da una simulazione numerica del fenomeno di propagazione dell’impulso sismico, individua i campi incogniti di velocità delle onde calcolando i tempi di percorrenza e fornisce una discretizzazione del sottosuolo restituendo un’ immagine bidimensionale.

Il software utilizzato per la tomografia è il **Rayfract v. 2.71** (della Intelligent Resources Inc), che applica un metodo di inversione che ricostruisce i fronti d’onda e le geometrie dei percorsi rifratti e l’angolo con cui riemergono al ricevitore.

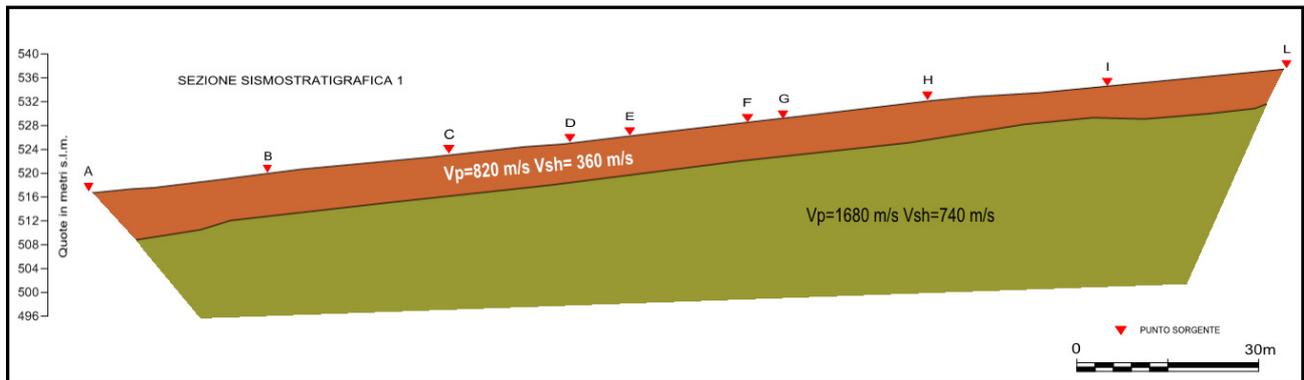
Importati i tempi dei primi arrivi e le geometrie si visualizzano le dromocrone e tramite il comando “Smooth Invert/WET with gradient initial model” è stato avviato il processo di inversione. Quando il risultato non è stato ritenuto soddisfacente, si è provveduto a variare le impostazioni di default del comando regolando alcuni parametri tramite il comando “Interactive WET Tomography” e “ Maximum Valid Velocity”. Aggiornato il modello, sono stati riavviati tutti i calcoli iterativi di inversione fino al raggiungimento dei requisiti che soddisfano l’algoritmo che individua la soluzione ottimale.

Infine sono stati verificati i risultati ottenuti e verificata la coerenza della rappresentazione grafica in scala cromatica.

2.3 Risultati

L’elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo **2 “sismostrati”**, così caratterizzati:

- 1. Il primo sismostrato** (con una profondità media di 6 mt dal p.c.) ha velocità V_p di 820 m/s e V_{sh} di 360 m/s;
- 2. Il substrato rifrattore** ha velocità V_p di 1680 m/s e V_{sh} 740 m/s



Nella tabella che segue sono mostrati tutti i valori delle velocità sismiche, il coefficiente di Poisson ed i valori dei moduli dinamici E (di Young), G (di taglio) e K (di compressibilità), espressi in Kg/cm^2 . Questi valori sono calcolati considerando un peso di volume unitario, pertanto, per ottenere i moduli reali, è necessario moltiplicarli per il peso di volume dei litotipi presenti.

Spessori medi sismostrati (m)	V_p	V_s	σ	γ	E	G	K
1° sismostrato 0÷6.0	820	360	0.38	1	3652	1322	5098
substrato rifrattore >6.0	1680	740	0.38	1	15418	5588	21350

V_p = velocità onde longitudinali in m/s

V_s = velocità onde trasversali in m/s

σ = coefficiente di Poisson

γ = peso di volume in g/cm^3

E = modulo dinamico di Young in Kg/cm^2

G = modulo dinamico di taglio in Kg/cm^2

K = modulo dinamico di compressibilità in Kg/cm^2

3 PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE

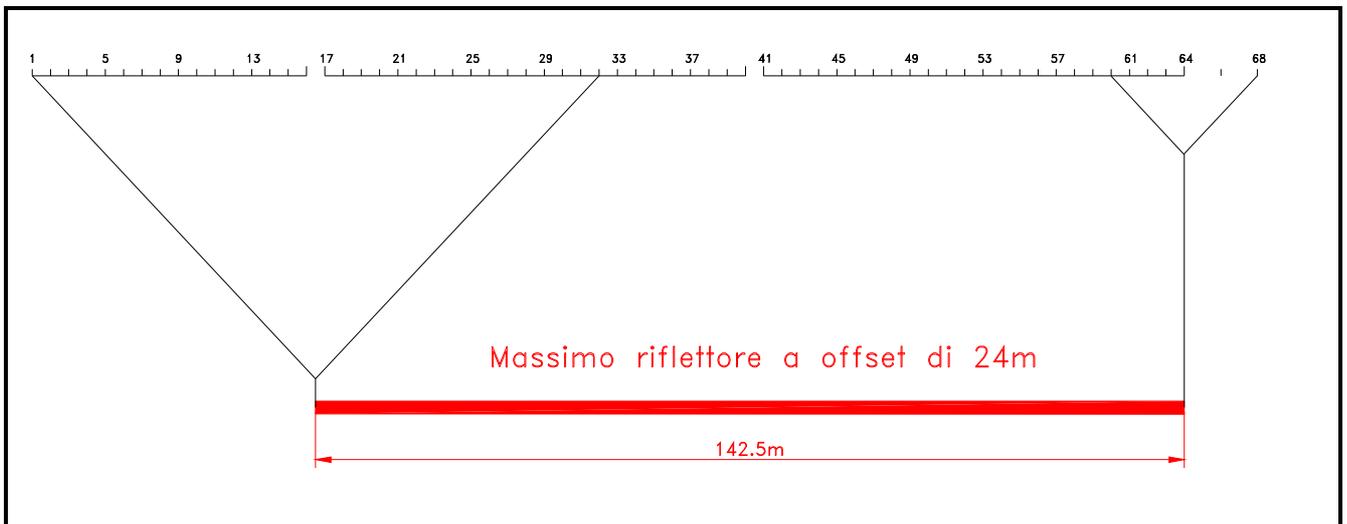
3.1 tecniche operative

E' stato acquisito un profilo sismico a riflessione utilizzando geofoni a 14 Hz shuntati con filtro passivo, in grado di spostare la banda di risposta dei geofoni verso frequenze più alte. Le tracce sono state registrate con i seguenti parametri:

frequenza di campionamento	Lunghezza registrazioni	sorgente
0.0625 millisecondi	1 secondo	Peg-40

Di seguito sono tabellate le caratteristiche del profilo acquisito:

Denominazione	Lunghezza	Distanza geofonica	Numero scoppi	N. Stazioni
Profilo 1	237 m	3.0 m	24	80



Schema geometrico di acquisizione

3.2 Analisi dei dati

I dati della sismica a riflessione sono stati trattati col software Seistrix 3 (Interpex L.t.d., 1993). Uno dei grandi vantaggi di questo software è la capacità di gestire le geometrie complesse, dovendo trattare dati acquisiti secondo la tecnica del Common Mid Point Multi-Offset.

Sono stati acquisiti sismogrammi a 48 tracce, in allegato viene riportato un solo sismogramma acquisito.

Per prima cosa sono stati caricati nel programma tutti i file a 24 tracce con punto sorgente a distanza uguale e impostate le geometrie di ogni profilo.

Si è poi proceduto all'analisi delle linee sismiche per ogni singolo offset, in seguito è stato esaminato solo il profilo ad offset più indicativo (offset a 24 metri).

Sono state impostate le geometrie è stato effettuato il “sort” dei dati. Questa operazione serve a riorganizzare i dati secondo le geometrie di common mid-point e nel rispetto delle distanze di offset. Infatti al momento dell'acquisizione i dati sono memorizzati in base alle posizioni degli scoppi e dei ricevitori, con il sorting vengono riorganizzati in modo da raggruppare per ogni coppia scoppio-ricevitore le tracce relative ai segnali provenienti dallo stesso midpoint.

Successivamente le operazioni di processing sui dati sono le seguenti:

- ✓ Correzione Statica dei Tempi sulle Tracce
- ✓ Filtro Passa Banda
- ✓ Mute
- ✓ Normal Move Out
- ✓ Filtraggio $f - k$
- ✓ Trace Mix

Esse sono state ampiamente descritte nella relazione generale.

3.3 Risultati

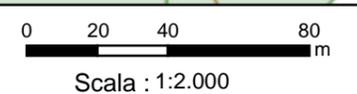
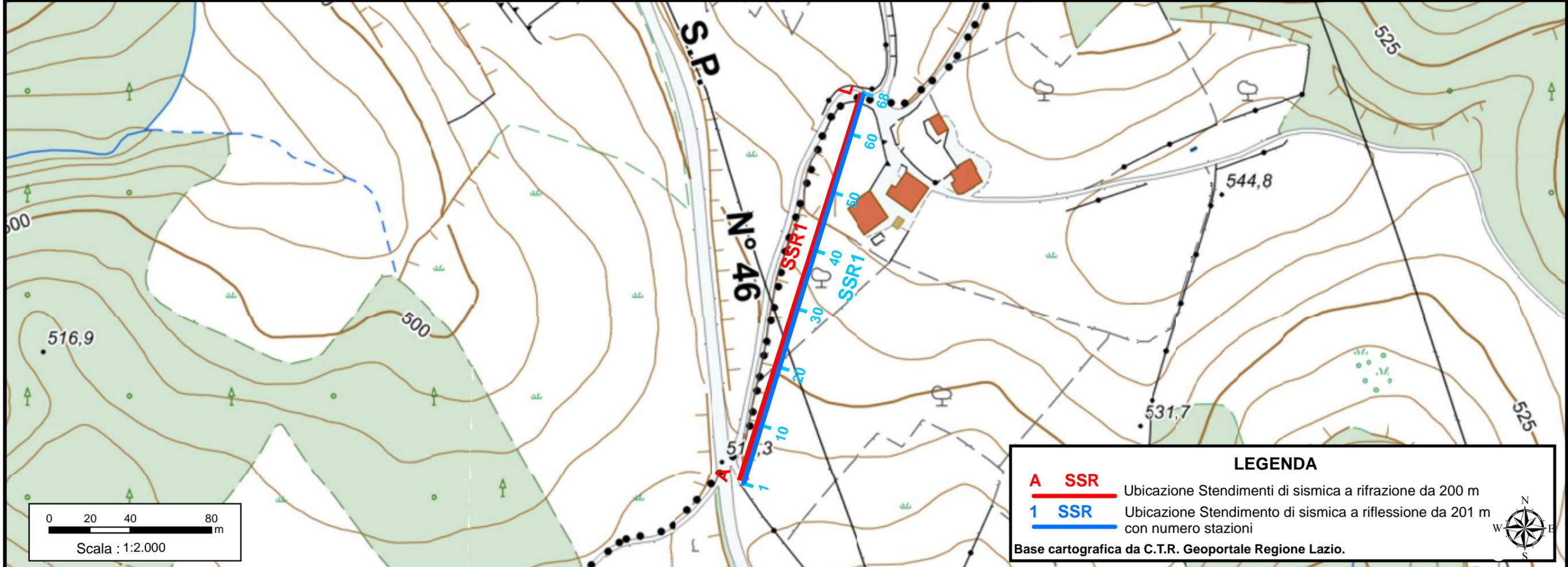
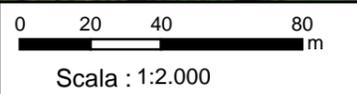
Dall’analisi della “sezione tempo”, riportata nell’allegato “analisi prospezione sismica a riflessione”, si evince la presenza **di un primo riflettore**, piuttosto energetico, posto tra circa **80 e 90 millisecondi**, segue un secondo riflettore meno energetico e a tratti discontinuo, posizionato tra **180 e 200 millisecondi**.

Per ciò che concerne le profondità associabili alle sezioni tempo, queste sono state ottenute utilizzando, per i terreni superficiali, velocità e spessori ricavati dall’elaborazione tomografica del sottosuolo effettuata con la sismica a rifrazione e, per i sedimenti più profondi, effettuando un’analisi di velocità dei sismogrammi relativi alla sismica a riflessione.

In virtù delle considerazioni fatte, e, quindi, passando da sezioni tempo a sezione profondità, vedi figura “Analisi prospezione sismica a riflessione”, **la prima riflessione** individuata risulta posizionabile a circa **60 metri di profondità**, mentre **la seconda riflessione** si posiziona a circa **150 metri di profondità**. Le due riflessioni seguono l’andamento delle quote topografiche.

Inoltre, sulla riflessione più profonda sono presenti delle discontinuità verticali posizionate alle stazioni 30-32, 36-38 e 47-49.

Ubicazione misure sismiche



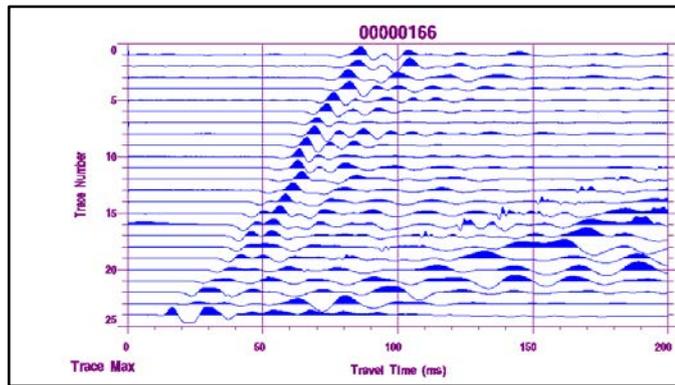
LEGENDA

- A SSR** Ubicazione Stendimenti di sismica a rifrazione da 200 m
- 1 SSR** Ubicazione Stendimento di sismica a riflessione da 201 m con numero stazioni

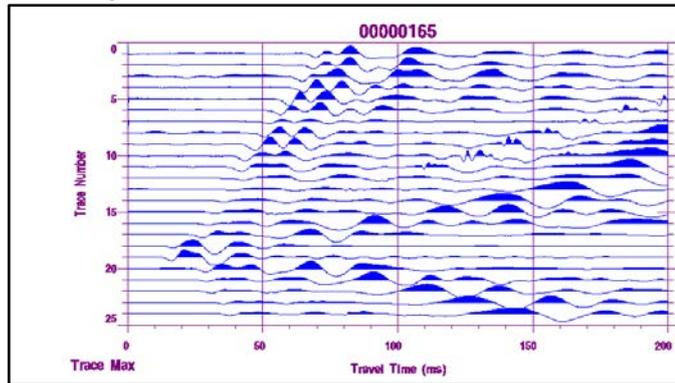
Base cartografica da C.T.R. Geoportale Regione Lazio.



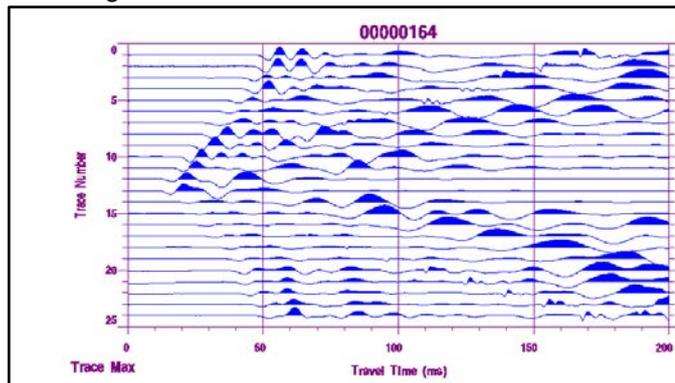
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE LONGITUDINALI (ONDE P)



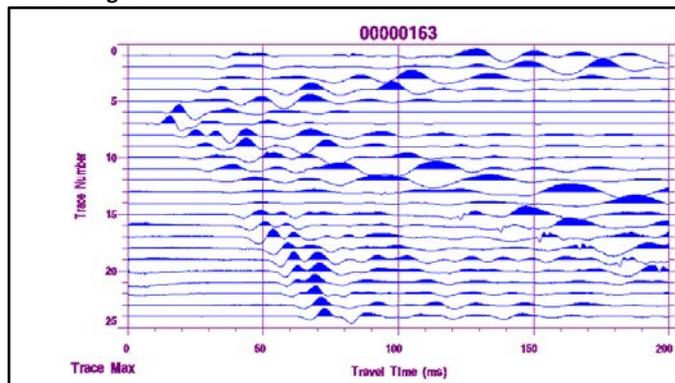
Punto sorgente "A"



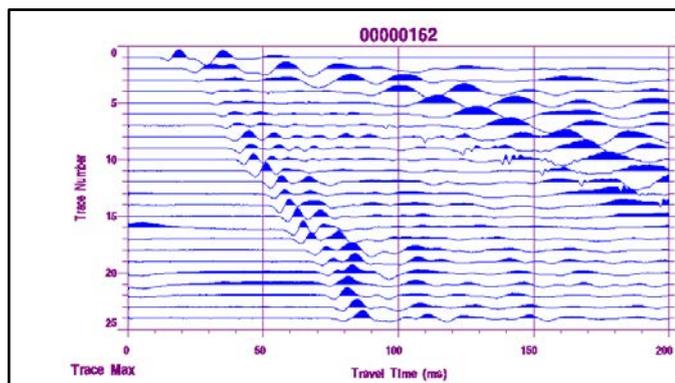
Punto sorgente "B"



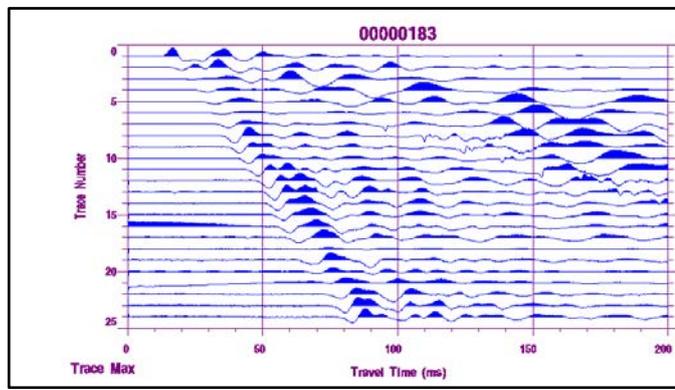
Punto sorgente "C"



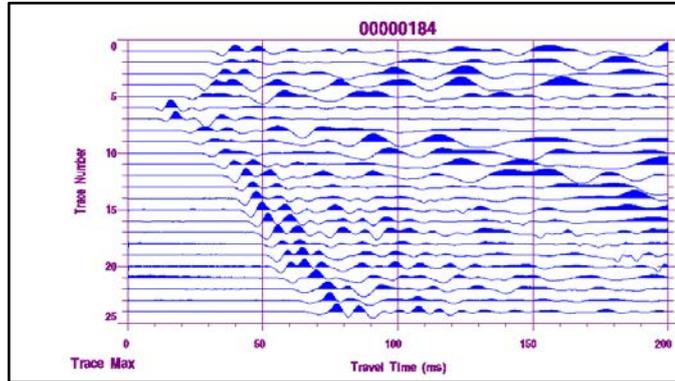
Punto sorgente "D"



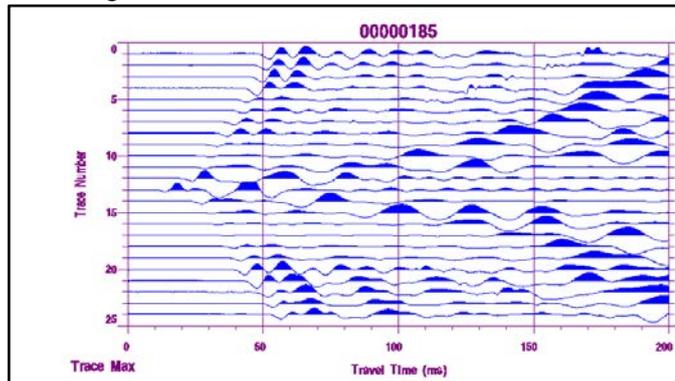
Punto sorgente "E"



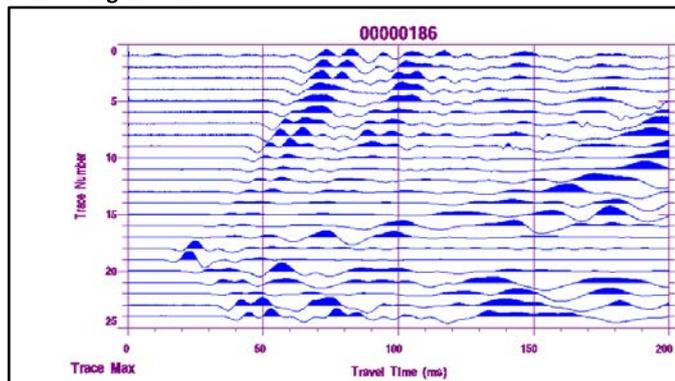
Punto sorgente "F"



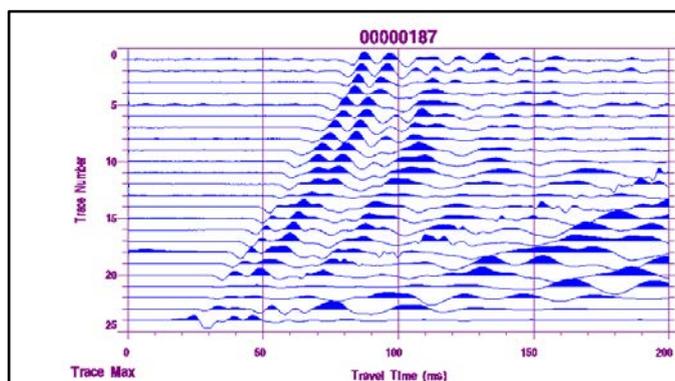
Punto sorgente "G"



Punto sorgente "H"

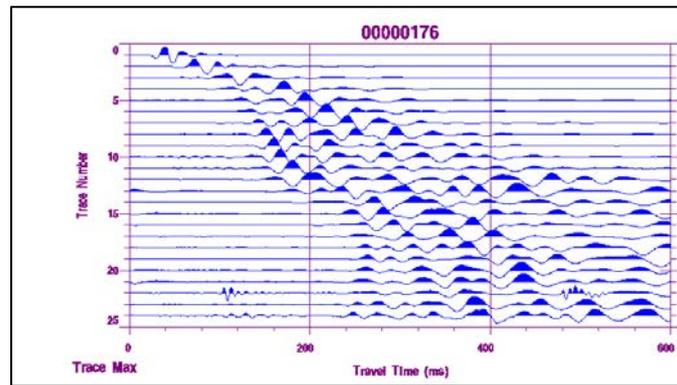


Punto sorgente "I"

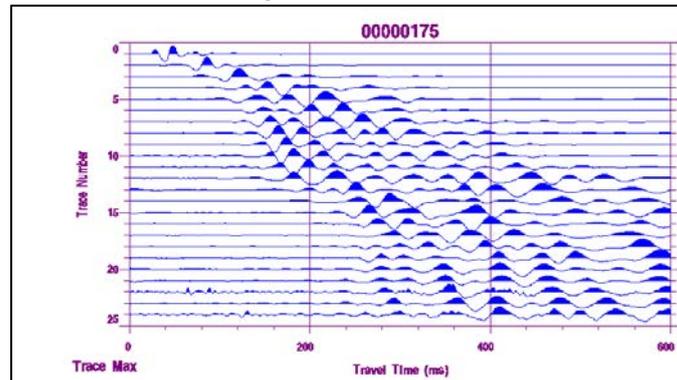


Punto sorgente "L"

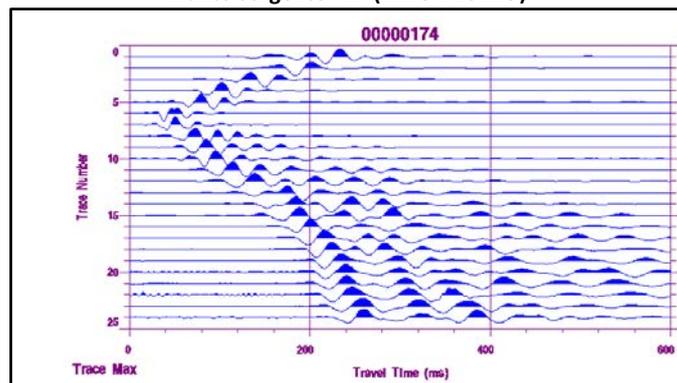
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE TRASVERSALI (ONDE SH)



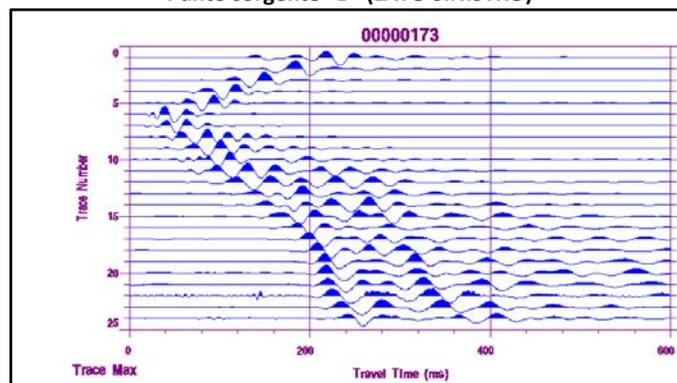
Punto sorgente "A" (LATO SINISTRO)



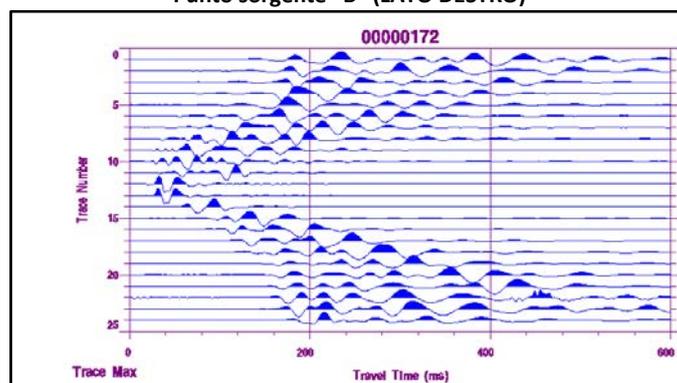
Punto sorgente "A" (LATO DESTRO)



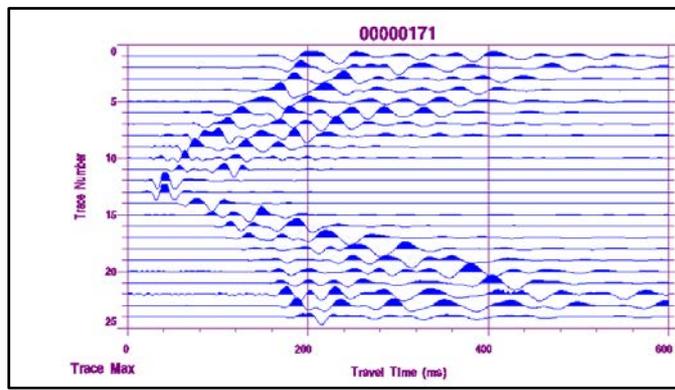
Punto sorgente "B" (LATO SINISTRO)



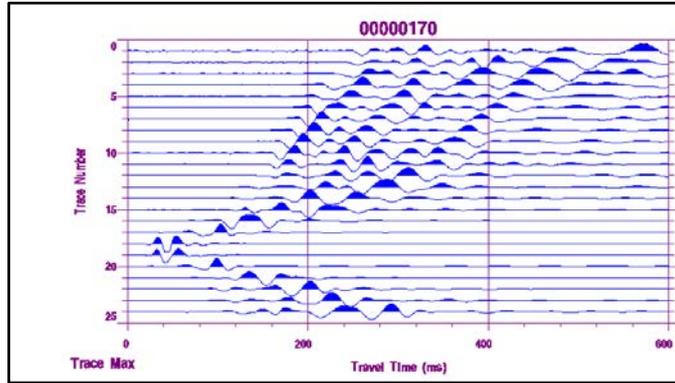
Punto sorgente "B" (LATO DESTRO)



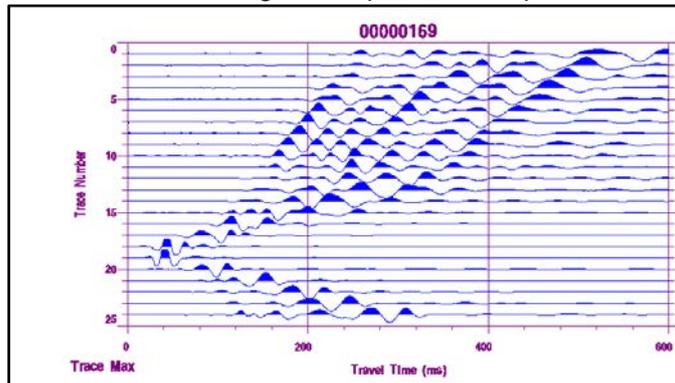
Punto sorgente "C" (LATO SINISTRO)



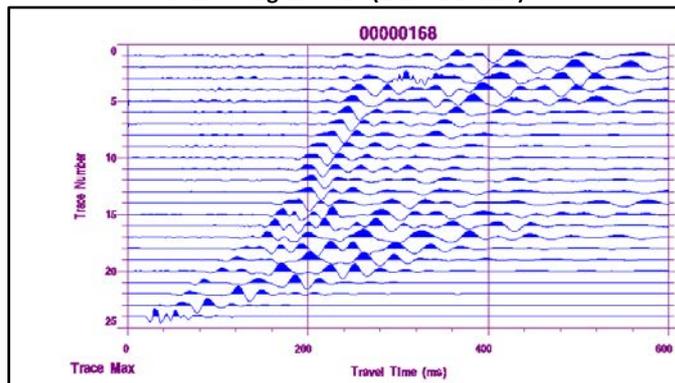
Punto sorgente "C" (LATO DESTRO)



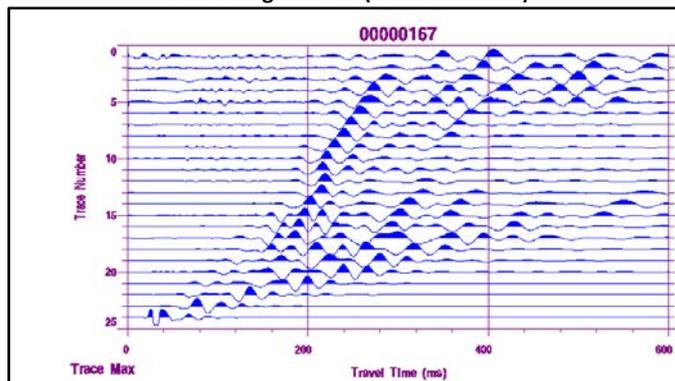
Punto sorgente "D" (LATO SINISTRO)



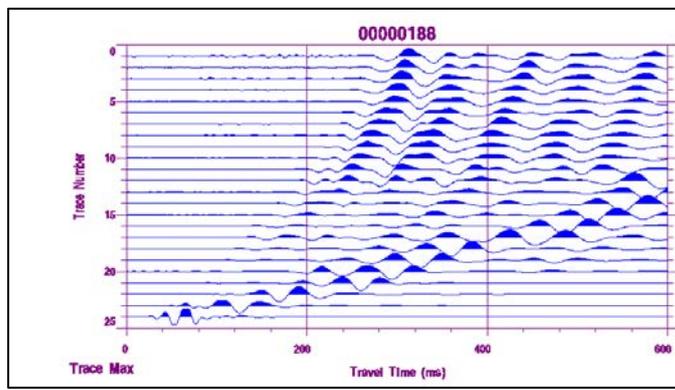
Punto sorgente "D" (LATO DESTRO)



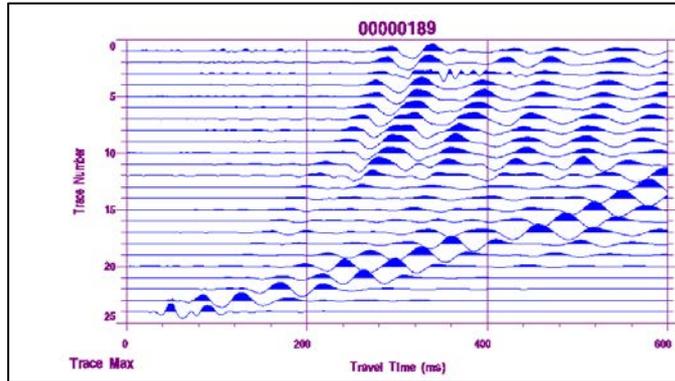
Punto sorgente "E" (LATO SINISTRO)



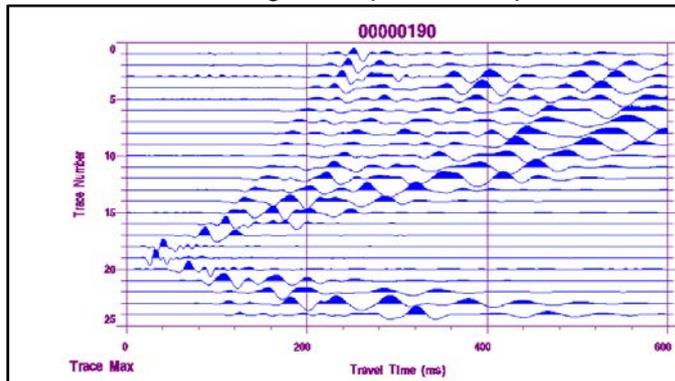
Punto sorgente "E" (LATO DESTRO)



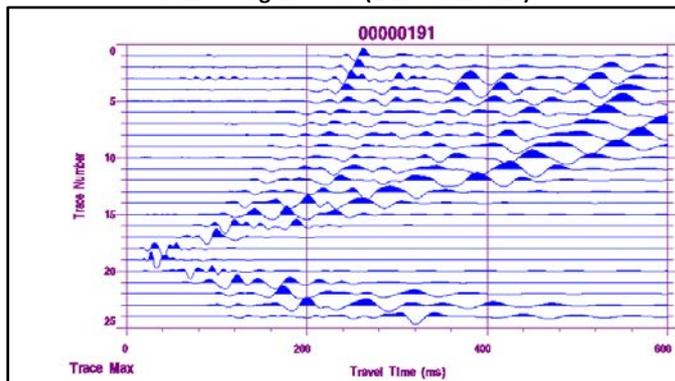
Punto sorgente "F" (LATO SINISTRO)



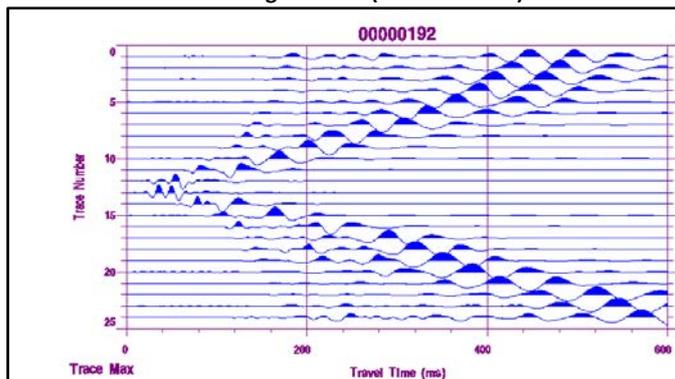
Punto sorgente "F" (LATO DESTRO)



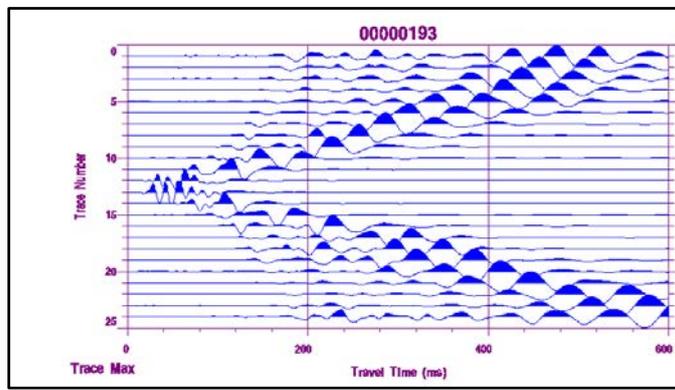
Punto sorgente "G" (LATO SINISTRO)



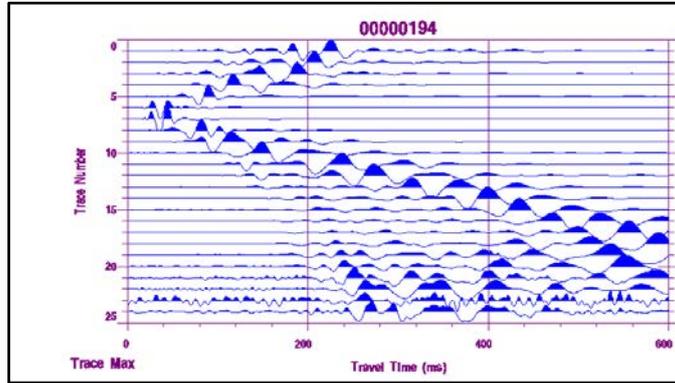
Punto sorgente "G" (LATO DESTRO)



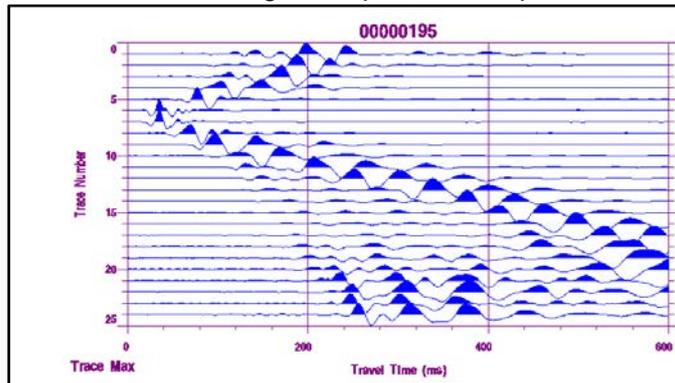
Punto sorgente "H" (LATO SINISTRO)



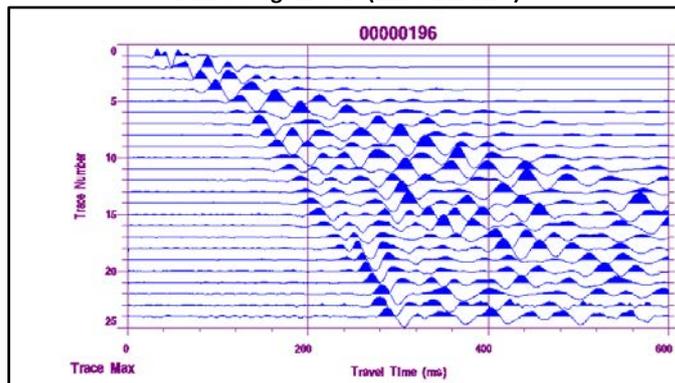
Punto sorgente "H" (LATO DESTRO)



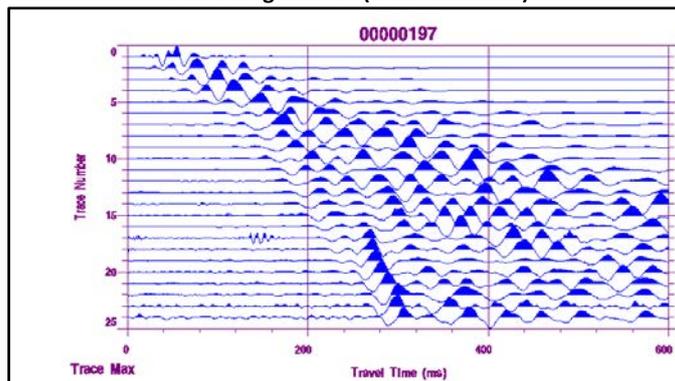
Punto sorgente "I" (LATO SINISTRO)



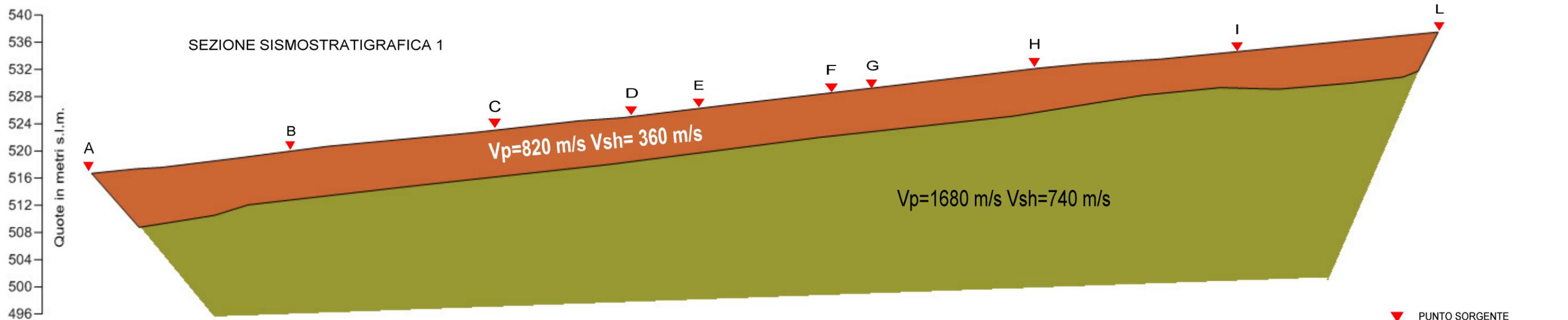
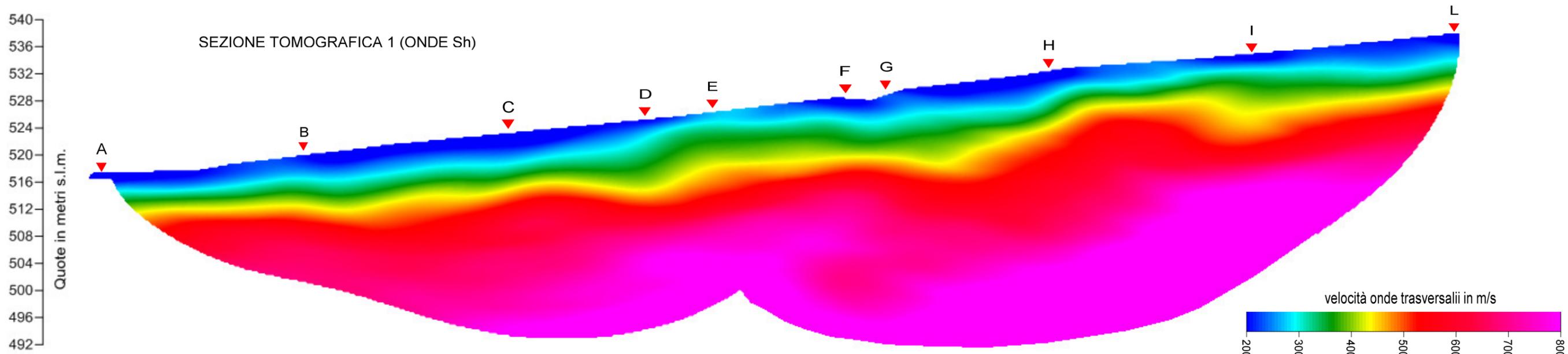
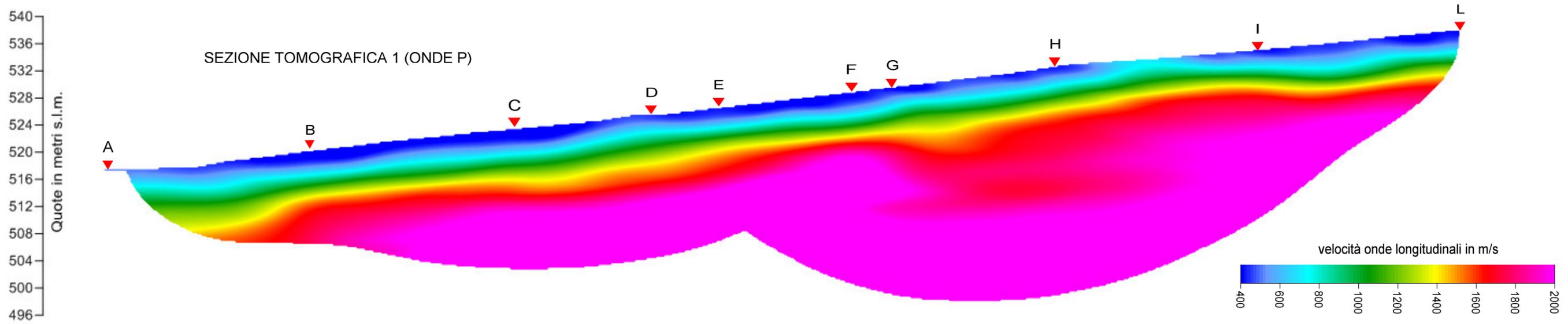
Punto sorgente "I" (LATO DESTRO)



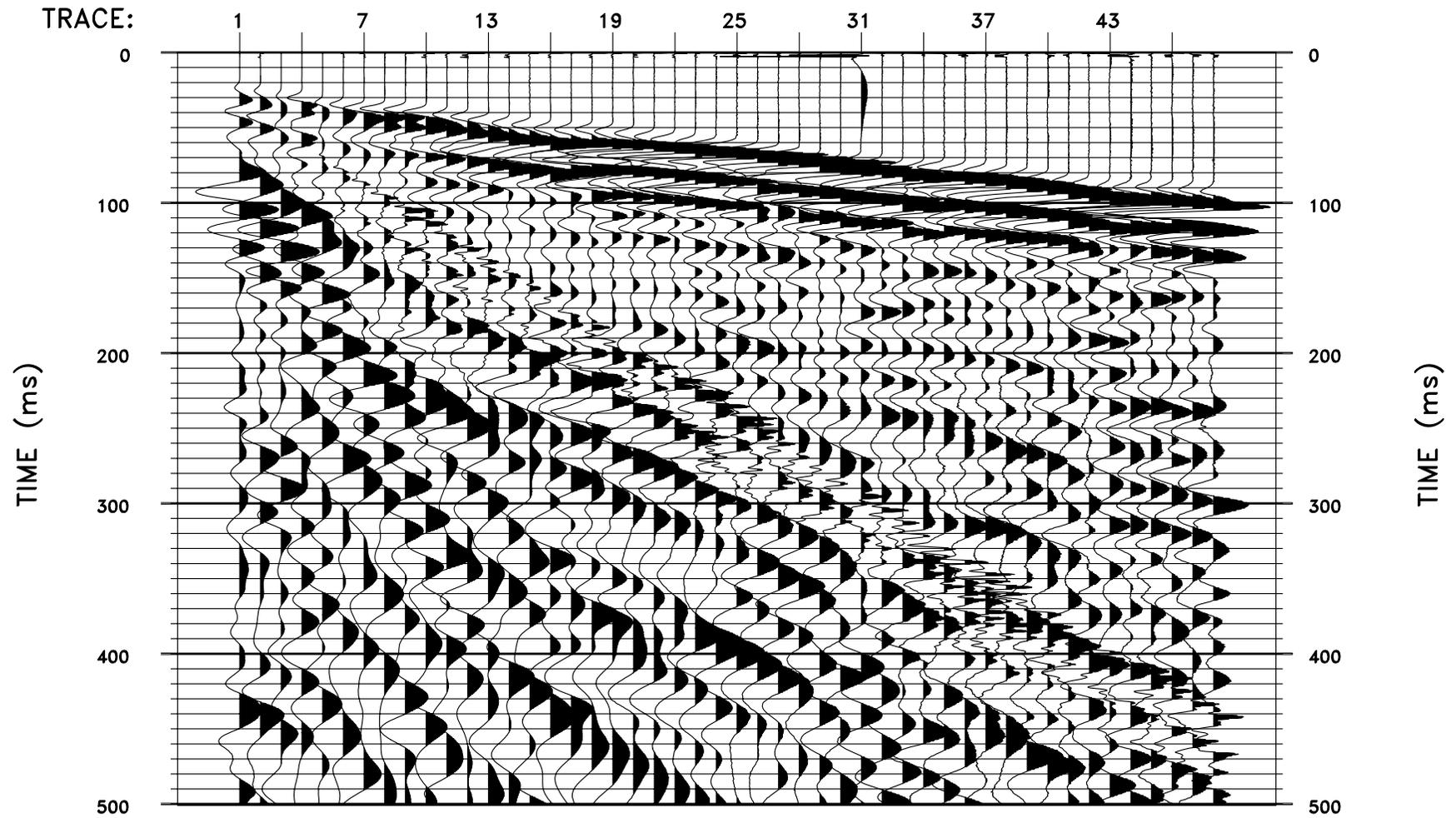
Punto sorgente "L" (LATO SINISTRO)



Punto sorgente "L" (LATO DESTRO)

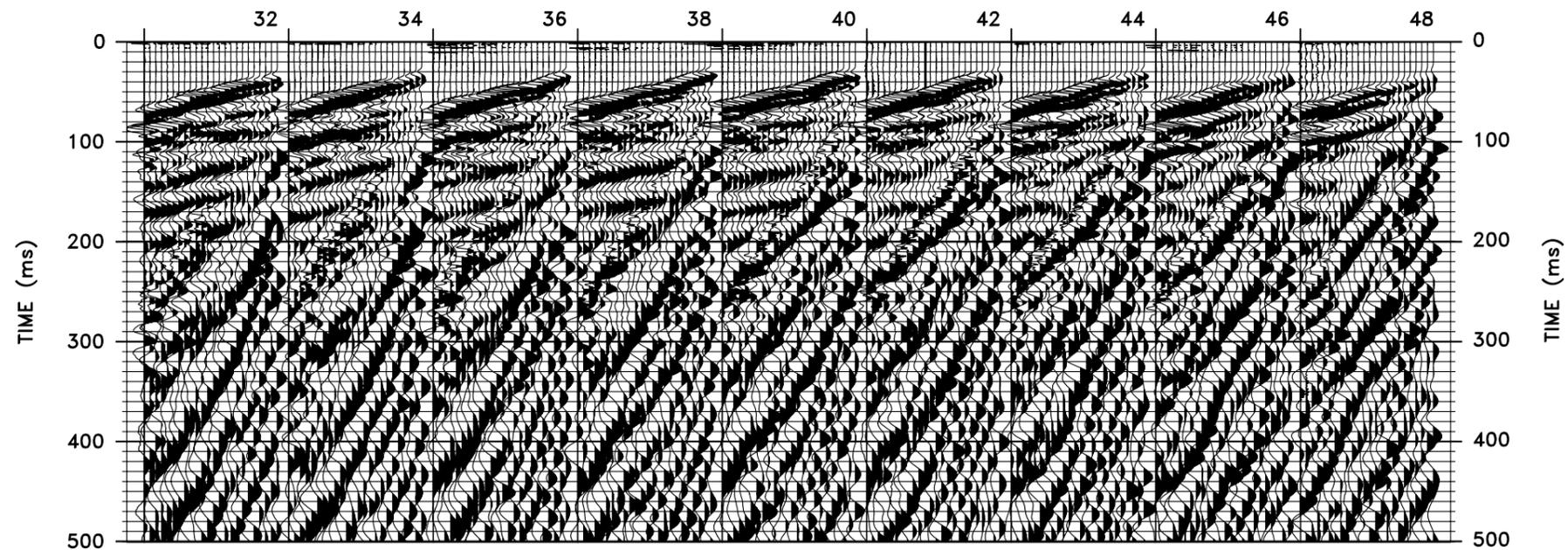


Esempio di sismogramma a 48 tracce

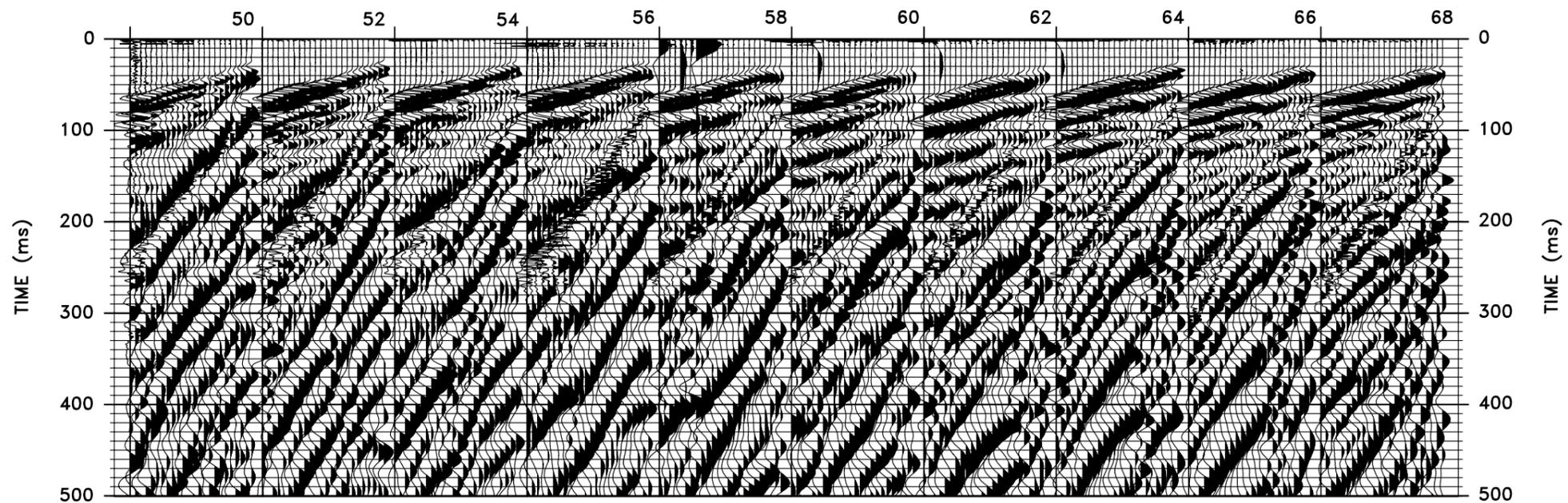


SISMOGRAMMI A 24 TRACCE UTILIZZATI
PER L'ANALISI IN COMMON MID POINT

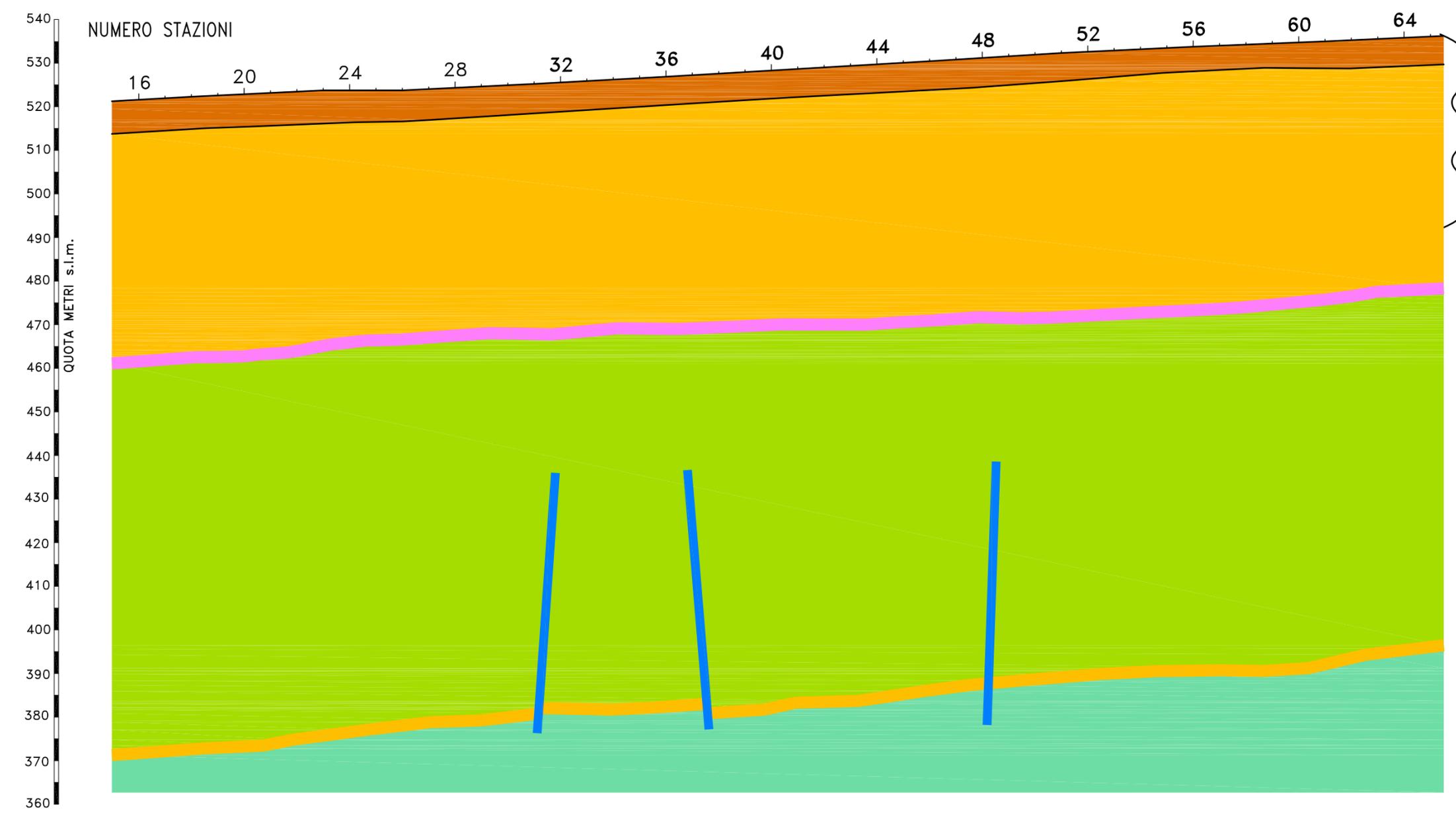
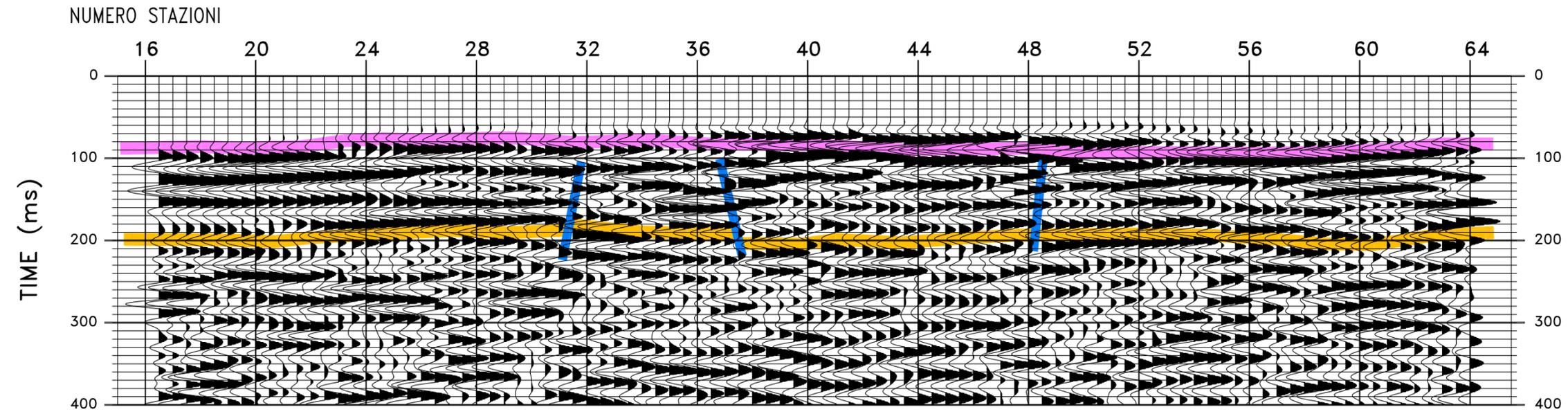
Stazioni sorgente sismica



Stazioni sorgente sismica



ANALISI PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE



SEZIONE PROFONDITA'

dati estrapolati dall'indagine di sismica a rifrazione

LEGENDA

- 24 | Numero stazioni
- █ Strato riflettente
- █ Discontinuità verticale
- █ Sismostrato $V_p=820$ m/s $V_{sh}=360$ m/s
- █ Sismostrato $V_p=1680$ m/s $V_{sh}=640$ m/s
- █ Sismostrato $V_p > 1680$ m/s
- █ Sismostrato $V_p \gg 1680$ m/s



Scala orizzontale 1:500
Scala verticale 1:1000

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) TRASVERSALI (ONDE SH) E SISMICA A RIFLESSIONE



Energizzazione onde longitudinale (Onde P) con generatore ad energia propulsiva di onde sismiche "Peg40"



Energizzazione con mazza battente onde longitudinale (Onde P)



Acquisizione dati misure sismiche



Energizzazione con mazza battente onde trasversali (Onde SH)



Energizzazione con mazza battente onde trasversali (Onde SH)

ALLEGATO INDAGINE SISMICA “SITO R9”

- Relazione esplicativa
- Ubicazione misure sismiche (da Ortofoto-CTR) –scala 1:2.000
- Sismogrammi sismica a rifrazione onde longitudinali (onde P)
- Sismogrammi sismica a rifrazione onde trasversali (onde SH)
- Dromocrone onde longitudinali (onde P)
- Dromocrone onde trasversali (onde SH)
- Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica
- Esempio di sismogramma a 48 tracce (sismica a riflessione)
- Sismogrammi a 24 tracce utilizzati per l’analisi in Common Mid Point
- Analisi prospezione sismica a riflessione
- Documentazione fotografica

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001:2015, n. SA.00014/19
OHSAS 18001:2007, n. SA.00015/19



SOA 05208 Livello



GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750 • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | www.geoprove.eu • info@geoprove.eu

Indice

1 PREMESSA	2
2 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE	3
2.1 tecniche operative	3
2.2 Analisi dei dati.....	4
2.3 Risultati	5
3 PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE	6
3.1 tecniche operative	6
3.2 Analisi dei dati.....	7
3.3 Risultati	8

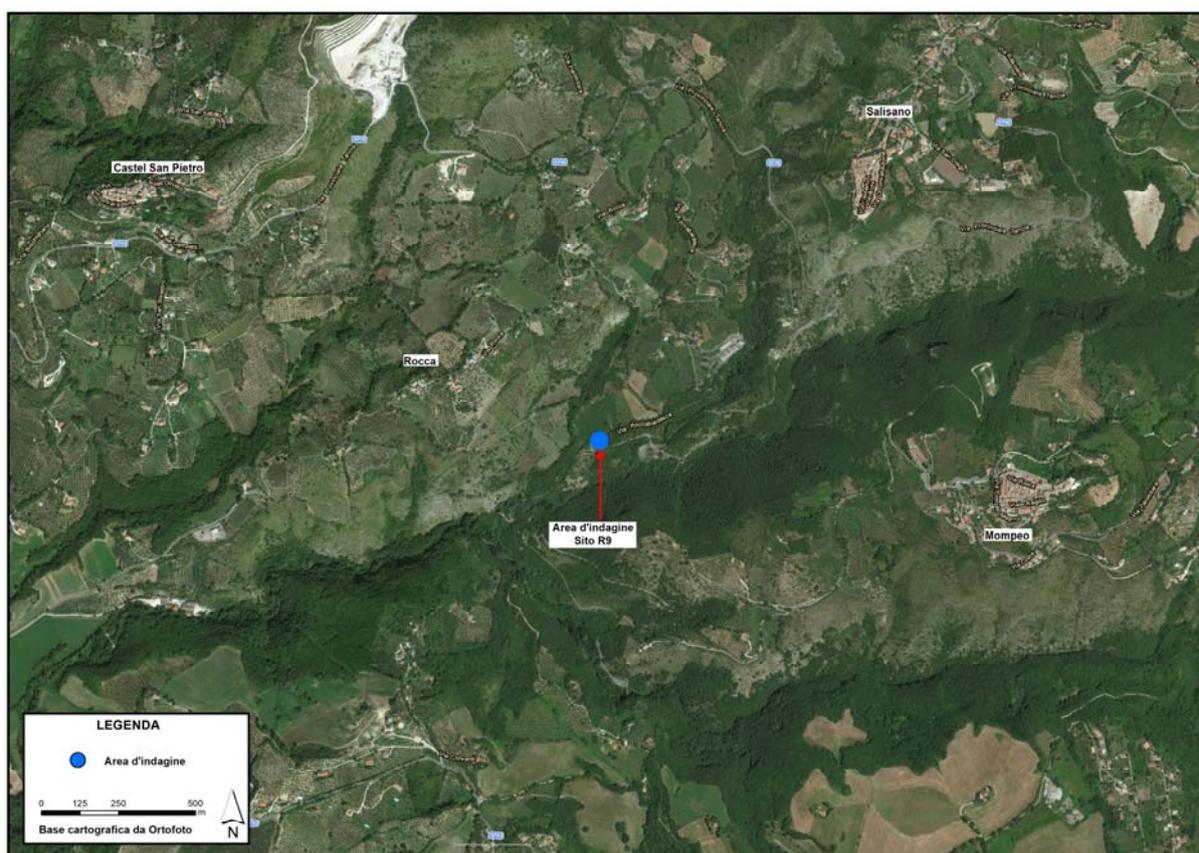
ALLEGATI

- *Ubicazione misure sismiche (da Ortofoto-CTR) - scala 1:2.000*
- *Sismogrammi sismica a rifrazione onde longitudinali (onde P)*
- *Sismogrammi sismica a rifrazione onde trasversali (onde Sh)*
- *Dromocrone onde longitudinali (onde P)*
- *Dromocrone onde trasversali (onde Sh)*
- *Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica*
- *Esempio di sismogramma a 48 tracce (sismica a riflessione)*
- *Sismogrammi a 24 tracce utilizzati per l'analisi in Common Mid Point*
- *Analisi prospezione sismica a riflessione*
- *Documentazione fotografica*

1 PREMESSA

Per incarico conferito alla “GEOPROVE S.r.l.” da “ACEA ELABORI S.P.A”, è stata eseguita una campagna di prospezioni sismiche nell’ambito delle **“INDAGINI GEOGNOSTICHE FINALIZZATE ALLA PROGETTAZIONE DEL NUOVO TRONCO SUPERIORE DELL’ACQUEDOTTO DEL PESCHIERA – CONTRATTO QUADRO N. 3900005591”** nel sito R9.

In questo sito sono stati eseguiti un profilo sismico a rifrazione in onde longitudinali (onde P) e trasversali (onde Sh) ed un profilo di sismica a riflessione.



Ubicazione del sito d’indagine

2 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

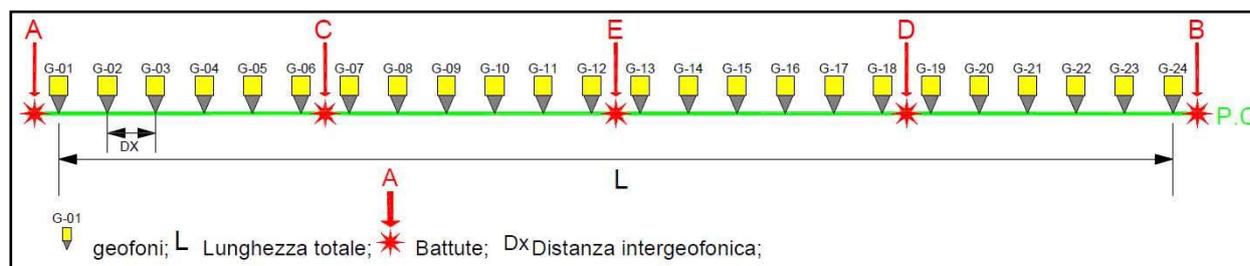
2.1 Tecniche operative

E' stato effettuato un profilo sismico a rifrazione in onde P ed Sh utilizzando geofoni a 14 Hz. Le tracce sono state registrate impostando i seguenti parametri:

	frequenza di campionamento	Lunghezza registrazioni	sorgente
Onde P	0.0625 millisecondi	500 ms	Martello/PEG
Onde Sh	0.125 millisecondi	1 secondo	martello

Di seguito sono tabellate le caratteristiche dei profili acquisiti:

Denominazione	Lunghezza	Distanza geofonica	Numero scoppi	N. Canali
Profilo 1	120 m	5.0 m	5.0	24



Schema geometrico di acquisizione

2.2 Analisi dei dati

Per prima cosa sono stati individuati sui sismogrammi i tempi dei primi arrivi delle onde P. Questa operazione è definita picking e si effettua dopo aver registrato e opportunamente filtrato il segnale acquisito.

I file così ottenuti vengono caricati nel software **TomTime** della **Geotom, LCC** che consente di amplificare il segnale in modo da facilitare l’operazioni di picking e registra i valori dei tempi del reale punto di primo arrivo. I tempi vengono importati in un altro software Gremix (Interpex Limited, 1990) che a partire da questi dati e dalle geometrie dello stendimento traccia le dromocrone.

Attraverso un’interpolazione grafica manuale ottimizzata dalle funzioni del software si ottiene, attraverso il metodo del G.R.M operato dal Gremix, lo spessore relativo degli strati presenti e le rispettive velocità. Si visualizza graficamente il modello ottenuto in funzione della velocità e profondità dei rifrattori.

E’ stata successivamente eseguita l’interpretazione tomografica che a partire da una simulazione numerica del fenomeno di propagazione dell’impulso sismico, individua i campi incogniti di velocità delle onde calcolando i tempi di percorrenza e fornisce una discretizzazione del sottosuolo restituendo un’ immagine bidimensionale.

Il software utilizzato per la tomografia è il **Rayfract v. 2.71** (della Intelligent Resources Inc), che applica un metodo di inversione che ricostruisce i fronti d’onda e le geometrie dei percorsi rifratti e l’angolo con cui riemergono al ricevitore.

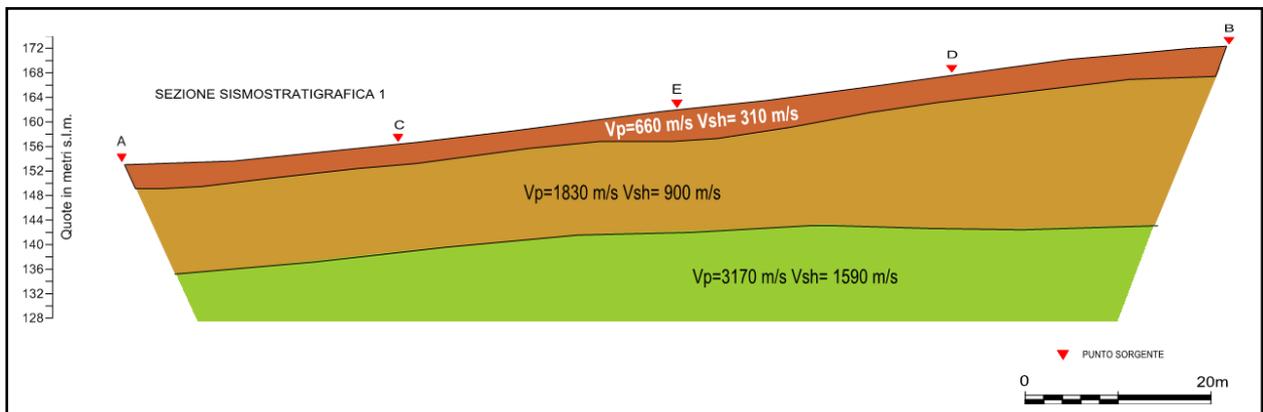
Importati i tempi dei primi arrivi e le geometrie si visualizzano le dromocrone e tramite il comando “Smooth Invert/WET with gradient initial model” è stato avviato il processo di inversione. Quando il risultato non è stato ritenuto soddisfacente, si è provveduto a variare le impostazioni di default del comando regolando alcuni parametri tramite il comando “Interactive WET Tomography” e “ Maximum Valid Velocity”. Aggiornato il modello, sono stati riavviati tutti i calcoli iterativi di inversione fino al raggiungimento dei requisiti che soddisfano l’algoritmo che individua la soluzione ottimale.

Infine sono stati verificati i risultati ottenuti e verificata la coerenza della rappresentazione grafica in scala cromatica.

2.3 Risultati

L’elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo 3 “sismostrati”, così caratterizzati:

1. Il **primo sismostrato** (con una profondità di circa 4 mt dal p.c.) ha velocità V_p di 660 m/s e V_{sh} di 310 m/s;
2. Il **secondo sismostrato** (con una profondità media di 20 mt dal p.c.) ha velocità V_p di 1830 m/s e V_{sh} di 900 m/s;
3. Il **substrato rifrattore** ha velocità V_p di 3170 m/s e V_{sh} 1590 m/s



Nella tabella che segue sono mostrati tutti i valori delle velocità sismiche, il coefficiente di Poisson ed i valori dei moduli dinamici E (di Young), G (di taglio) e K (di compressibilità), espressi in Kg/cm^2 . Questi valori sono calcolati considerando un peso di volume unitario, pertanto, per ottenere i moduli reali, è necessario moltiplicarli per il peso di volume dei litotipi presenti.

Profilo 1

Spessori medi sismostrati (m)	V_p	V_s	σ	γ	E	G	K
1° sismostrato 0÷3.8	660	310	0.36	1	2664	981	3137
2° sismostrato 3.8÷20.0	1830	900	0.34	1	22159	8265	23152
substrato rifrattore >20.0	3170	1590	0.33	1	68719	25797	68144

V_p = velocità onde longitudinali in m/s

V_s = velocità onde trasversali in m/s

σ = coefficiente di Poisson

γ = peso di volume in g/cm^3

E = modulo dinamico di Young in Kg/cm^2

G = modulo dinamico di taglio in Kg/cm^2

K = modulo dinamico di compressibilità in Kg/cm^2

3 PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE

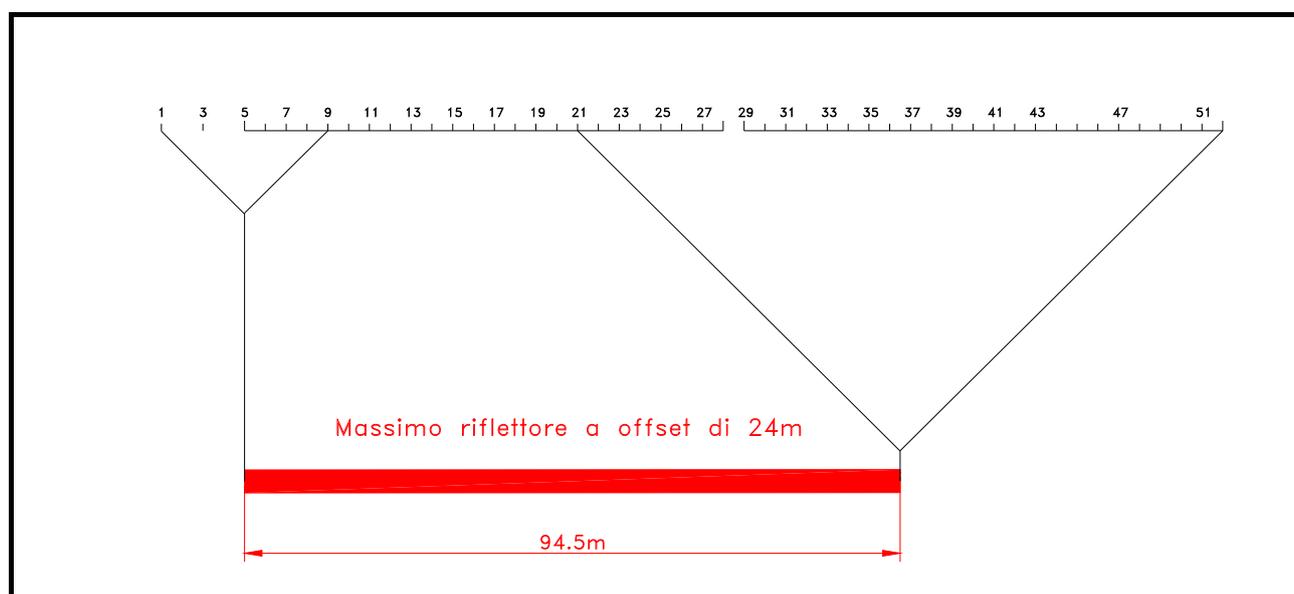
3.1 tecniche operative

E' stato acquisito un profilo sismico a riflessione utilizzando geofoni a 14 Hz shuntati con filtro passivo, in grado di spostare la banda di risposta dei geofoni verso frequenze più alte. Le tracce sono state registrate con i seguenti parametri:

frequenza di campionamento	Lunghezza registrazioni	sorgente
0.0625 millisecondi	1 secondo	Peg-40

Di seguito sono tabellate le caratteristiche del profilo acquisito:

Denominazione	Lunghezza	Distanza geofonica	Numero scoppi	N. Stazioni
Profilo 1	153 m	3.0 m	11	52



Schema geometrico di acquisizione

3.2 Analisi dei dati

I dati della sismica a riflessione sono stati trattati col software Seistrix 3 (Interpex L.t.d., 1993). Uno dei grandi vantaggi di questo software è la capacità di gestire le geometrie complesse, dovendo trattare dati acquisiti secondo la tecnica del Common Mid Point Multi-Offset.

Sono stati acquisiti sismogrammi a 48 tracce, in allegato viene riportato un solo sismogramma acquisito.

Per prima cosa sono stati caricati nel programma tutti i file a 24 tracce con punto sorgente a distanza uguale e impostate le geometrie di ogni profilo.

Si è poi proceduto all’analisi delle linee sismiche per ogni singolo offset, in seguito è stato esaminato solo il profilo ad offset più indicativo (offset a 24 metri).

Sono state impostate le geometrie è stato effettuato il “sort” dei dati. Questa operazione serve a riorganizzare i dati secondo le geometrie di common mid-point e nel rispetto delle distanze di offset. Infatti al momento dell’acquisizione i dati sono memorizzati in base alle posizioni degli scoppi e dei ricevitori, con il sorting vengono riorganizzati in modo da raggruppare per ogni coppia scoppio-ricevitore le tracce relative ai segnali provenienti dallo stesso midpoint.

Successivamente le operazioni di processing sui dati sono le seguenti:

- ✓ Correzione Statica dei Tempi sulle Tracce
- ✓ Filtro Passa Banda
- ✓ Mute
- ✓ Normal Move Out
- ✓ Filtraggio $f - k$
- ✓ Trace Mix

Esse sono state ampiamente descritte nella relazione generale.

3.3 Risultati

Dall’analisi della “sezione tempo”, riportata nell’allegato “analisi prospezione sismica a riflessione”, si evince la presenza **di un primo riflettore**, piuttosto energetico, posto tra circa **70 e 100 millisecondi**, segue un **secondo riflettore** anche questo molto energetico, posizionato tra **110 e 150 millisecondi**, un **terzo riflettore**, poco energetico e discontinuo, si rinviene a circa **210 millisecondi**.

Per ciò che concerne le profondità associabili alle sezioni tempo, queste sono state ottenute utilizzando, per i terreni superficiali, velocità e spessori ricavati dall’elaborazione tomografica del sottosuolo effettuata con la sismica a rifrazione e, per i sedimenti più profondi, effettuando un’analisi di velocità dei sismogrammi relativi alla sismica a riflessione.

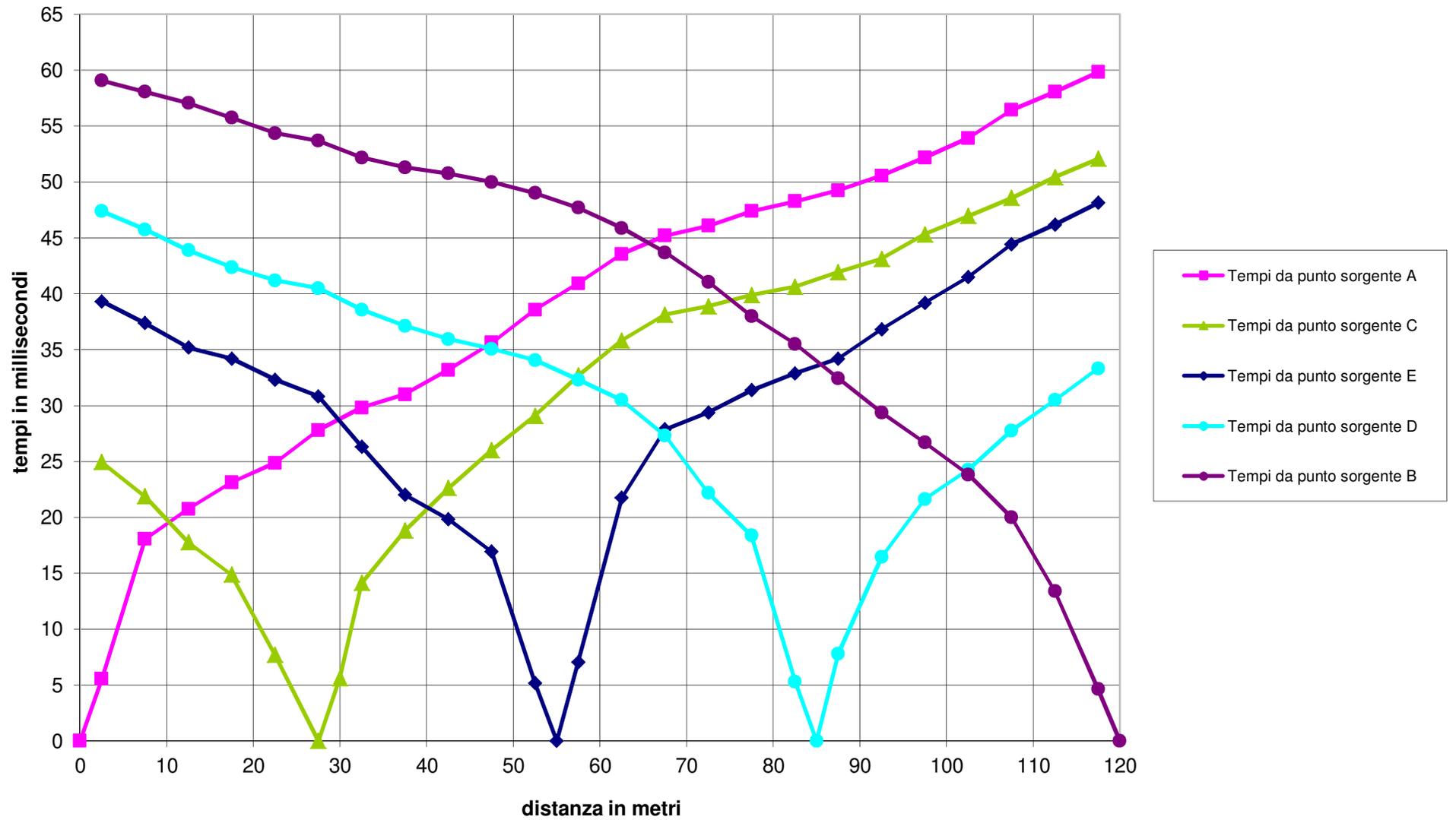
In virtù delle considerazioni fatte, e, quindi, passando da sezioni tempo a sezione profondità, vedi figura “Analisi prospezione sismica a riflessione”, **la prima riflessione** individuata risulta posizionabile tra circa **40 e 60 metri di profondità**; **la seconda riflessione** si posiziona da circa **60 a 80 metri di profondità**; **la terza riflessione** si posiziona a circa **130 metri di profondità**.

Inoltre, sono state individuate due discontinuità subverticale posizionate tra le stazioni 9-13 e 17-20.

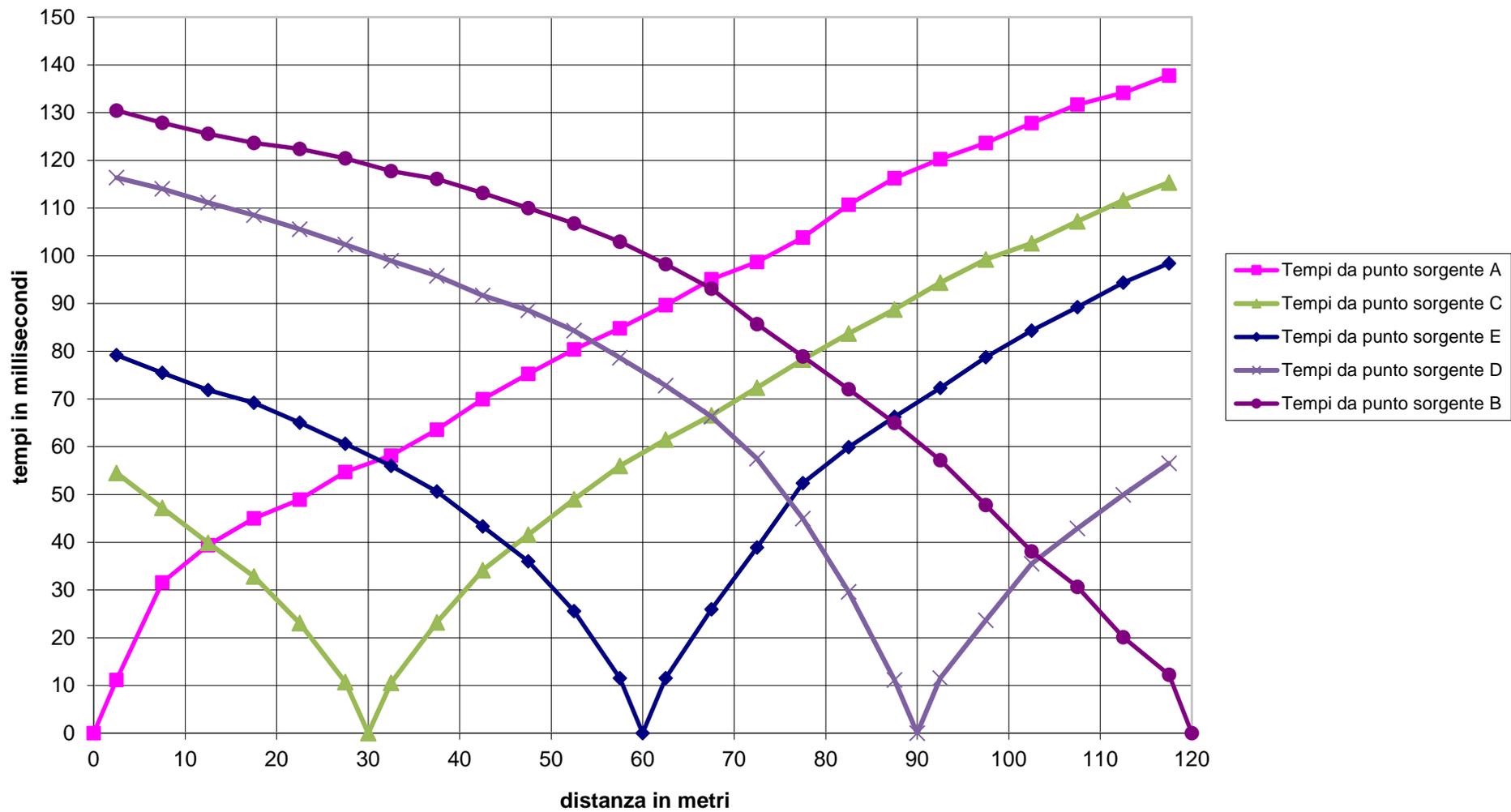
Ubicazione misure sismiche



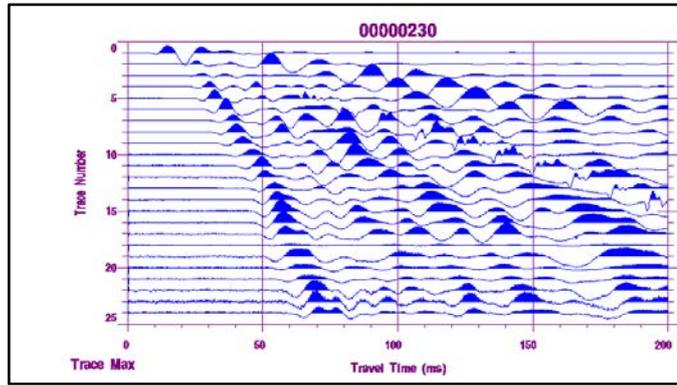
Dromocrone profilo sismico - ONDE LONGITUDINALI



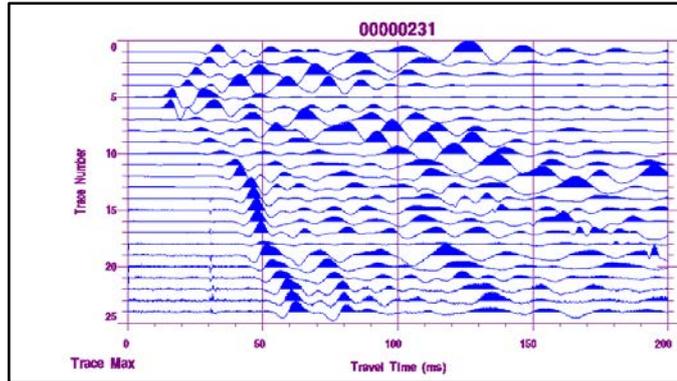
Dromocrone profilo sismico - ONDE TRASVERSALI



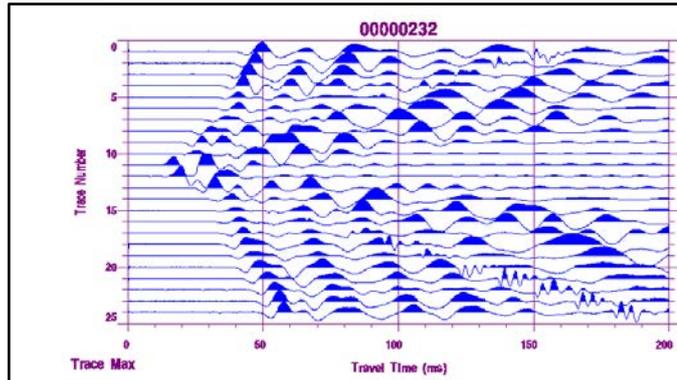
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE LONGITUDINALI (ONDE P)



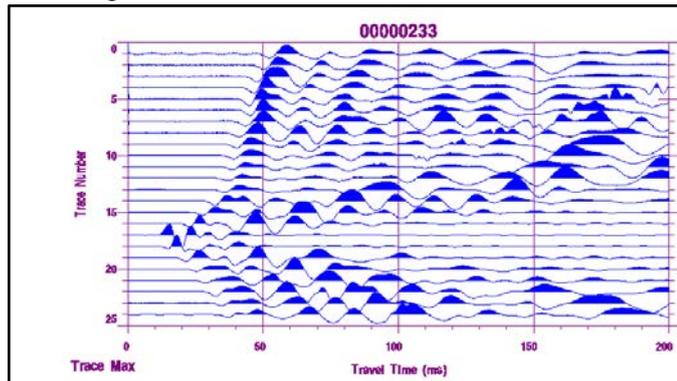
Punto sorgente "A"



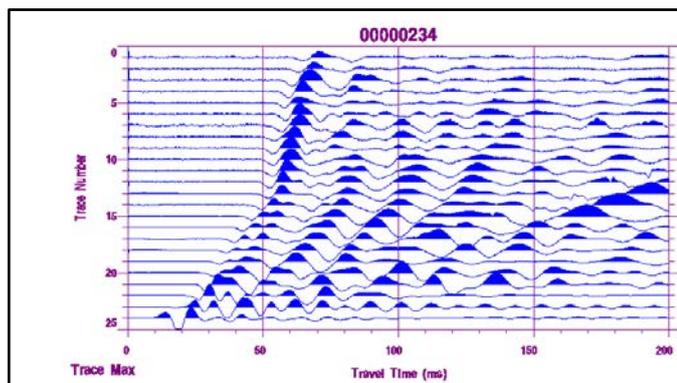
Punto sorgente "C"



Punto sorgente "E"

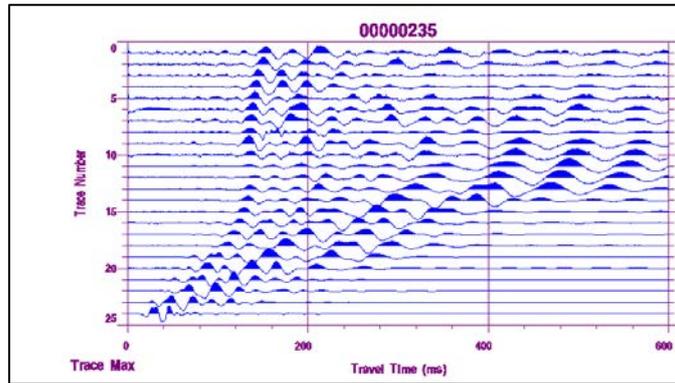


Punto sorgente "D"

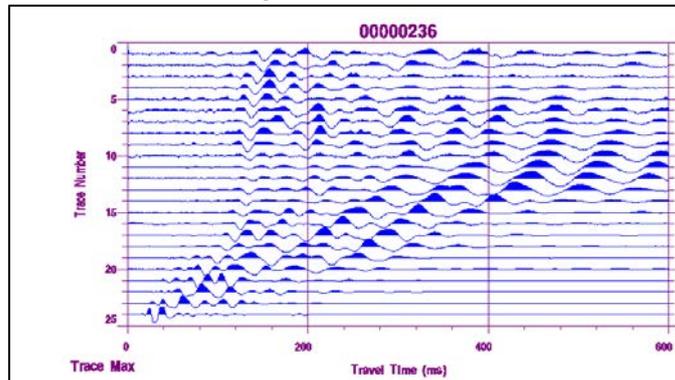


Punto sorgente "B"

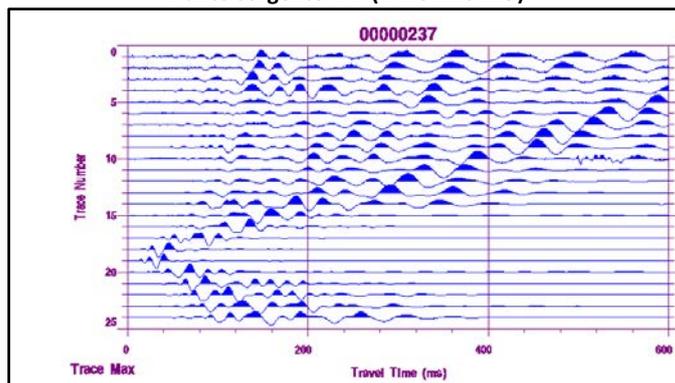
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE TRASVERSALI (ONDE SH)



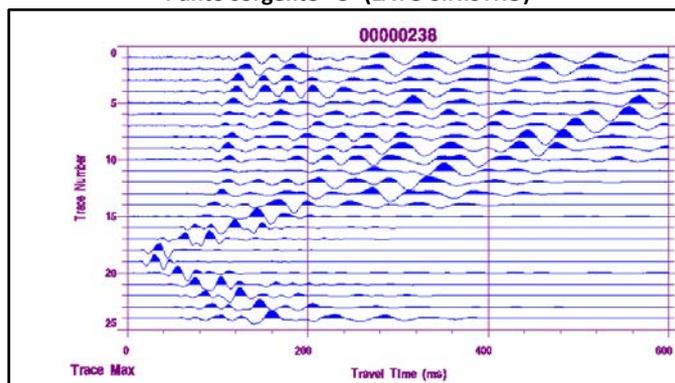
Punto sorgente "A" (LATO SINISTRO)



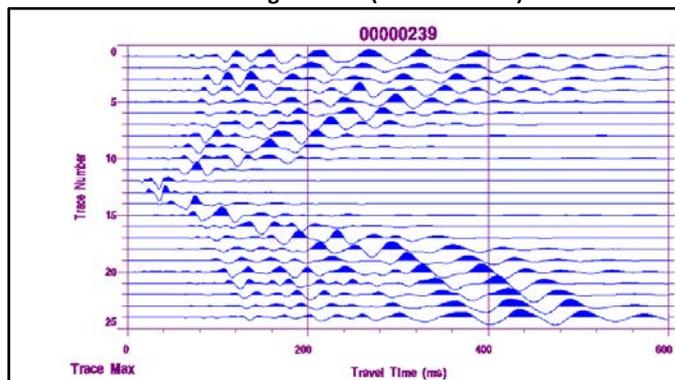
Punto sorgente "A" (LATO DESTRO)



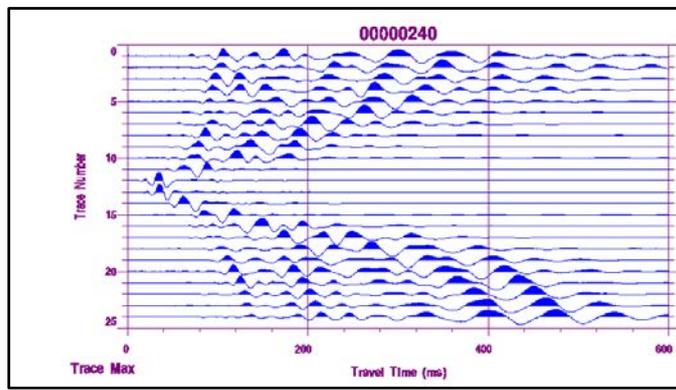
Punto sorgente "C" (LATO SINISTRO)



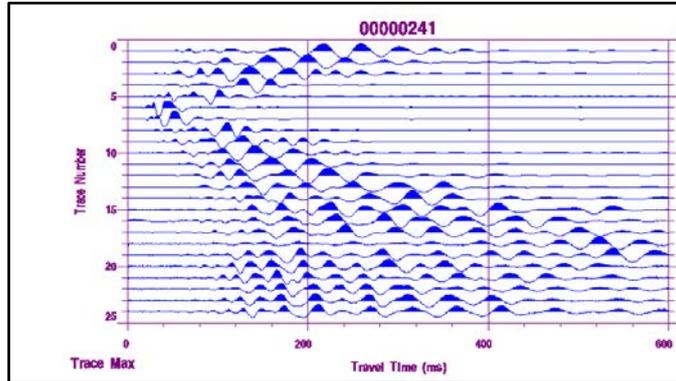
Punto sorgente "C" (LATO DESTRO)



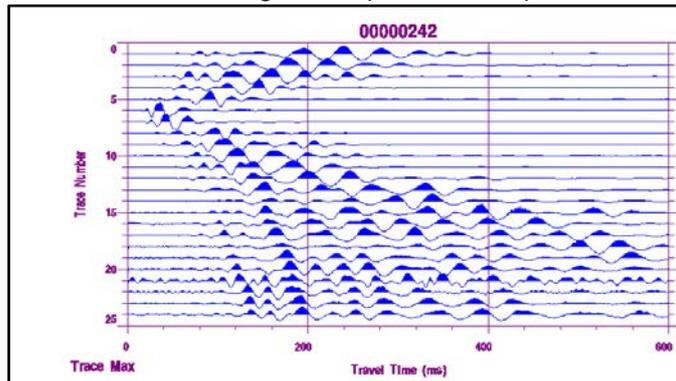
Punto sorgente "E" (LATO SINISTRO)



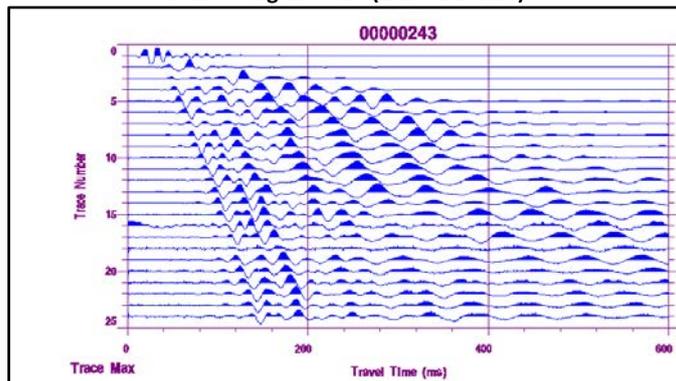
Punto sorgente "E" (LATO DESTRO)



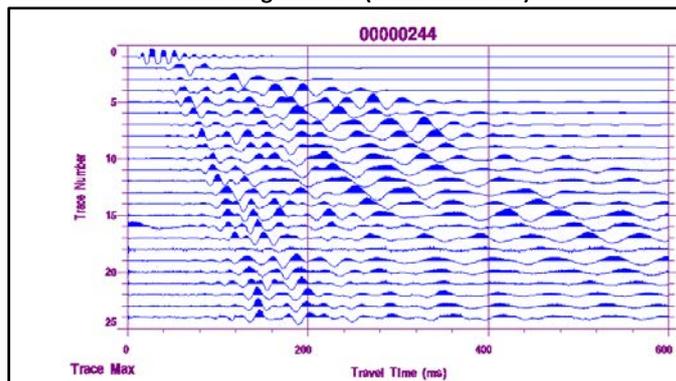
Punto sorgente "D" (LATO SINISTRO)



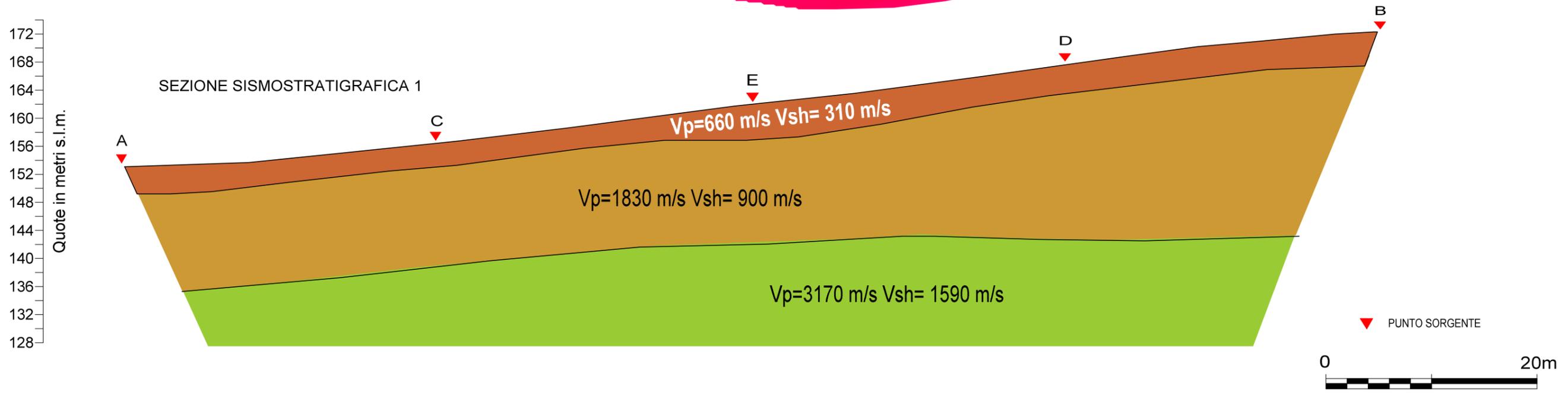
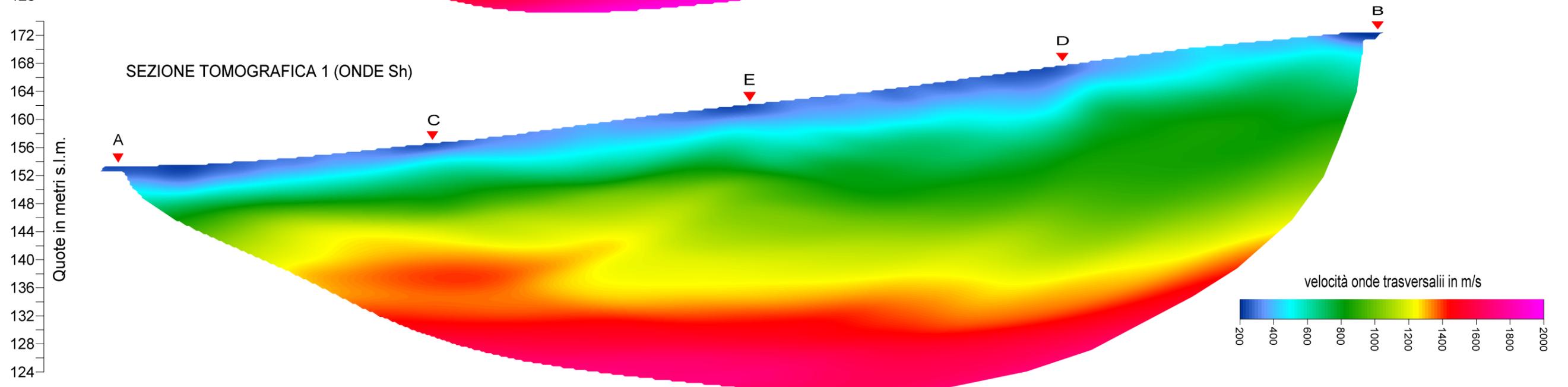
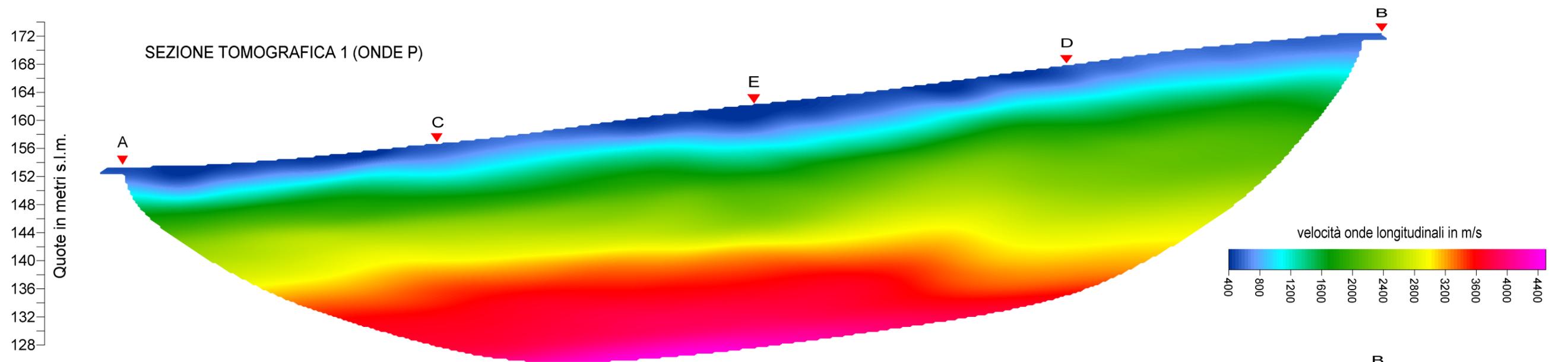
Punto sorgente "D" (LATO DESTRO)



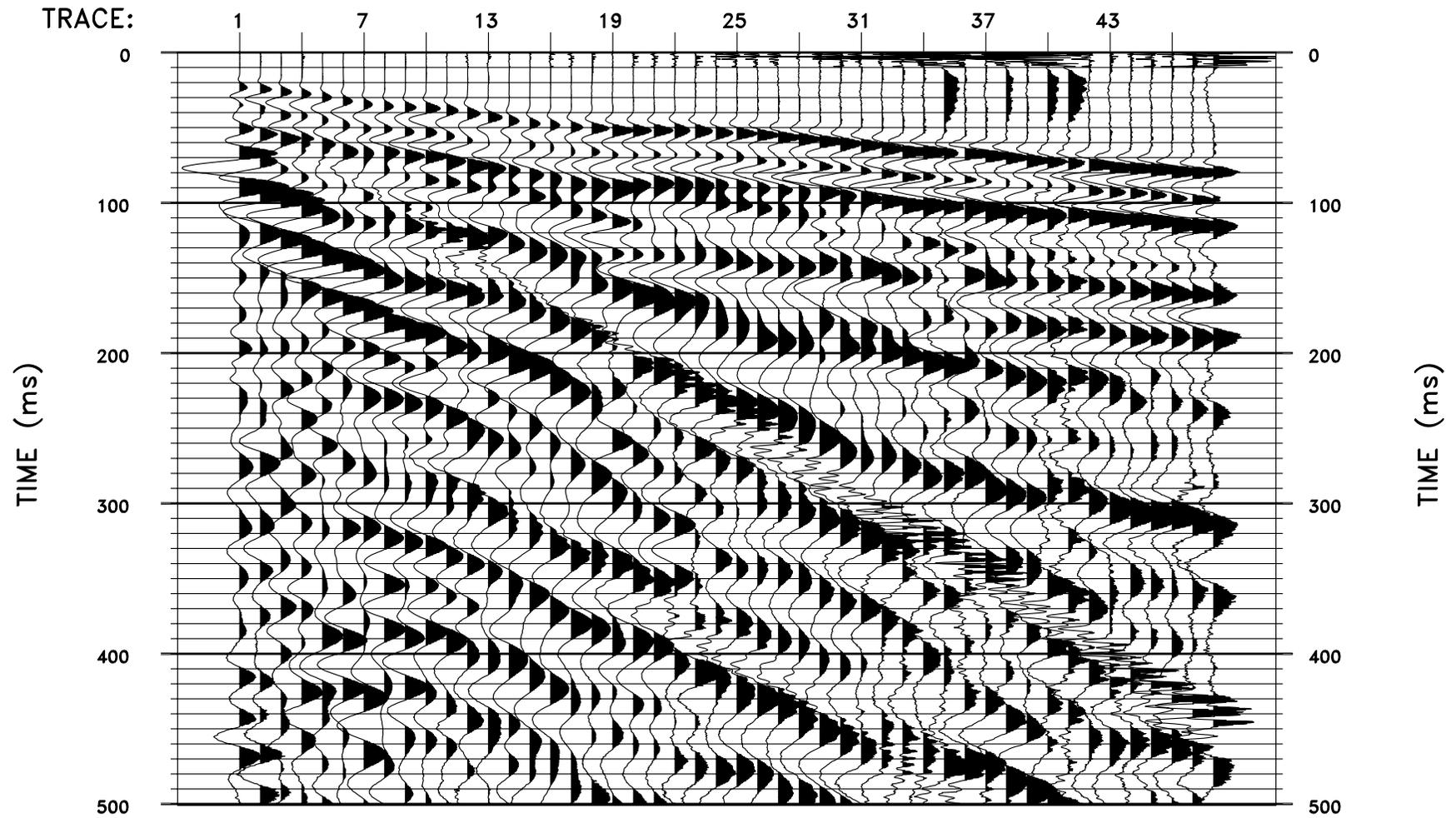
Punto sorgente "B" (LATO SINISTRO)



Punto sorgente "B" (LATO DESTRO)

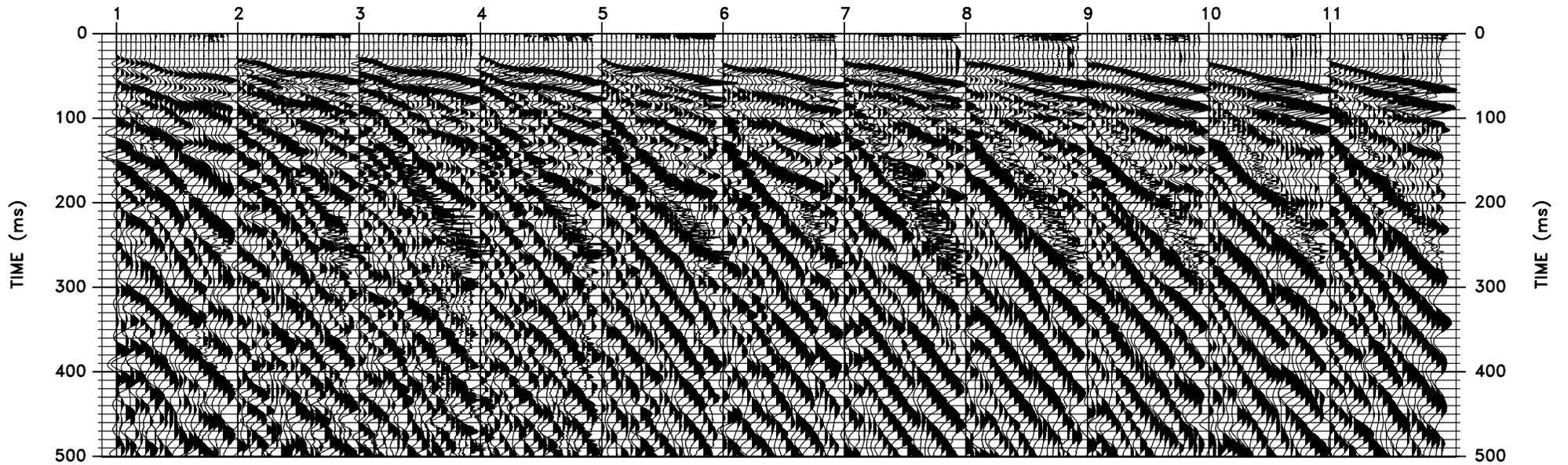


Esempio di sismogramma a 48 tracce

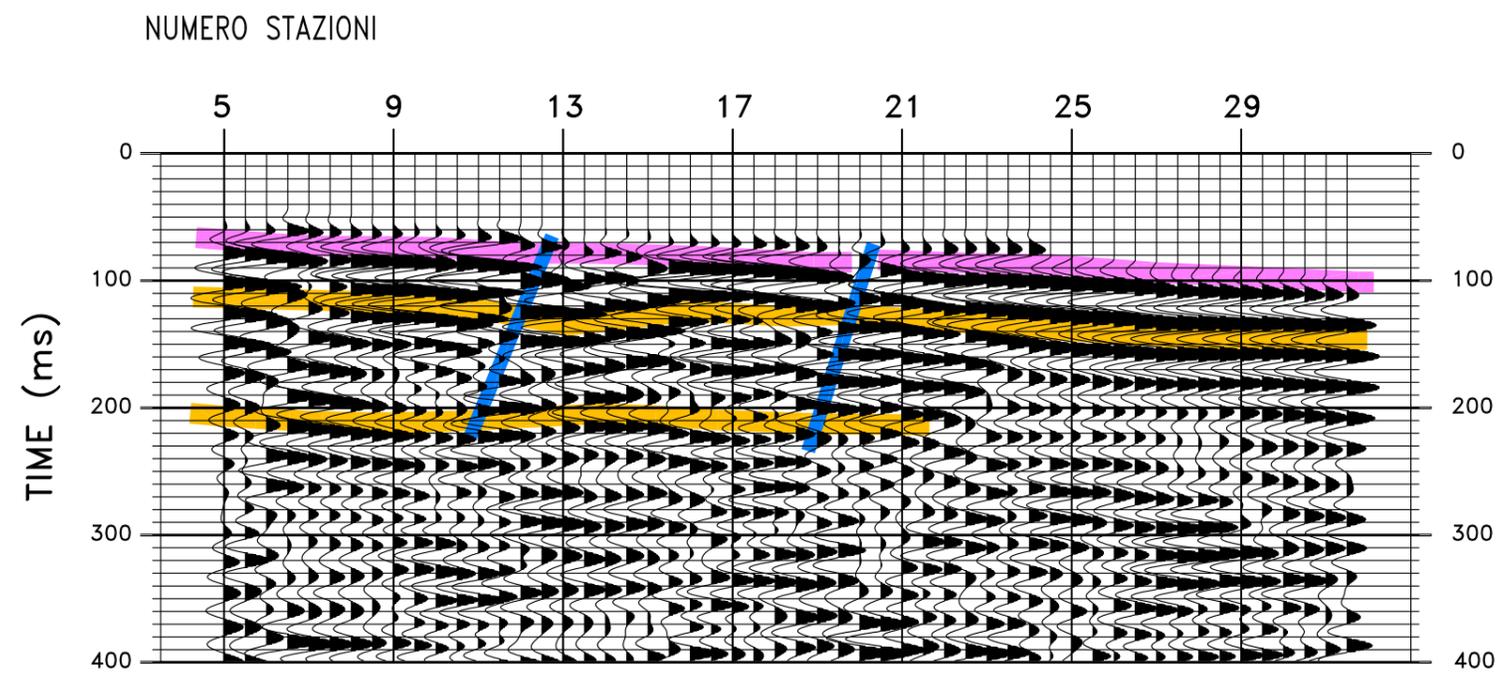


SISMOGRAMMI A 24 TRACCE UTILIZZATI
PER L'ANALISI IN COMMON MID POINT

Stazioni sorgente sismica

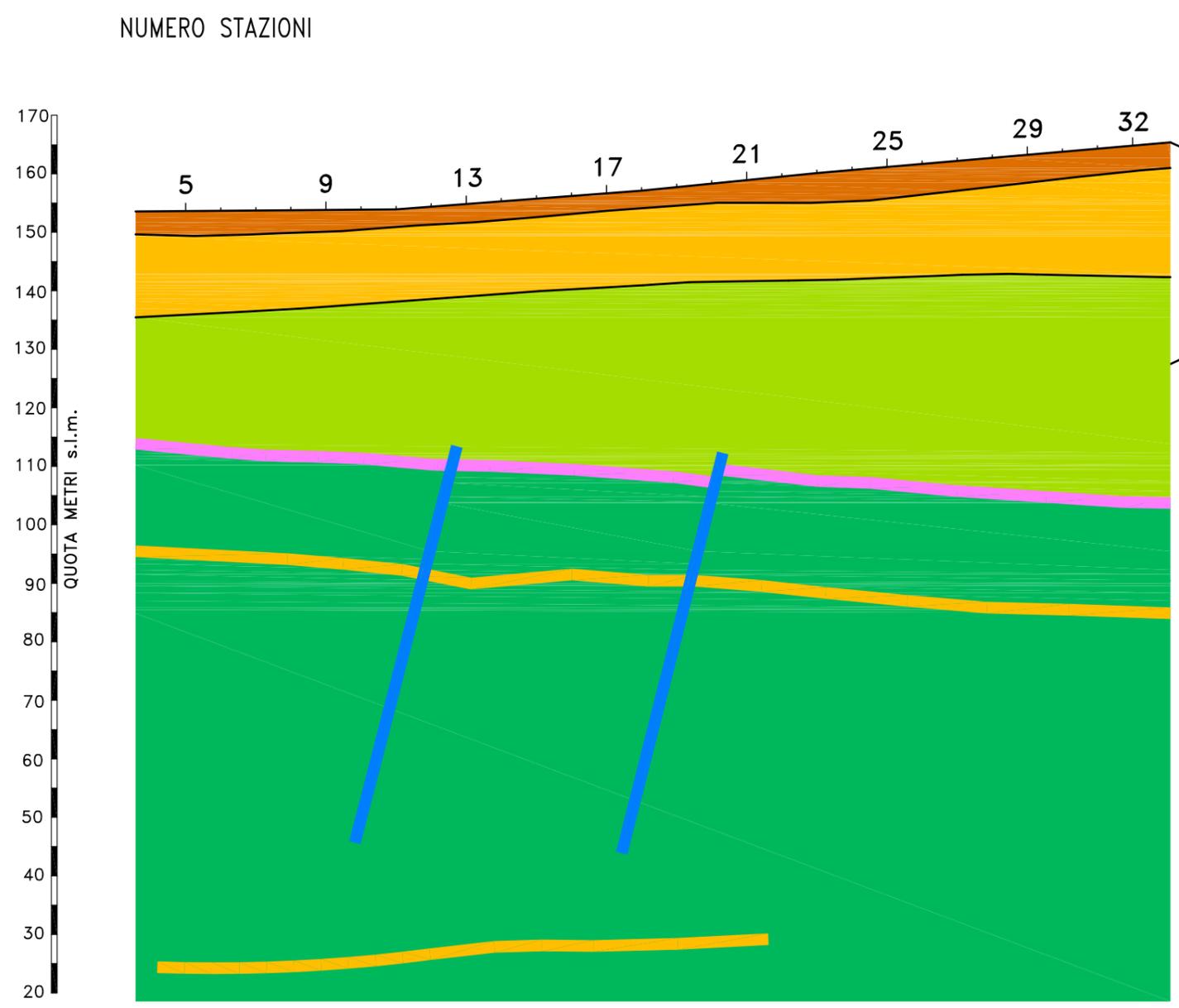


ANALISI PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE



SEZIONE TEMPO

TIME (ms)



SEZIONE PROFONDITA'

LEGENDA

- 40 | Numero stazioni
- Strati riflettenti
- Discontinuità verticale
- Sismostrato $V_p=660$ m/s $V_{sh}=310$ m/s
- Sismostrato $V_p=1830$ m/s $V_{sh}=900$ m/s
- Sismostrato $V_p=3170$ m/s $V_{sh}=1590$ m/s
- Sismostrato $V_p>3170$ m/s

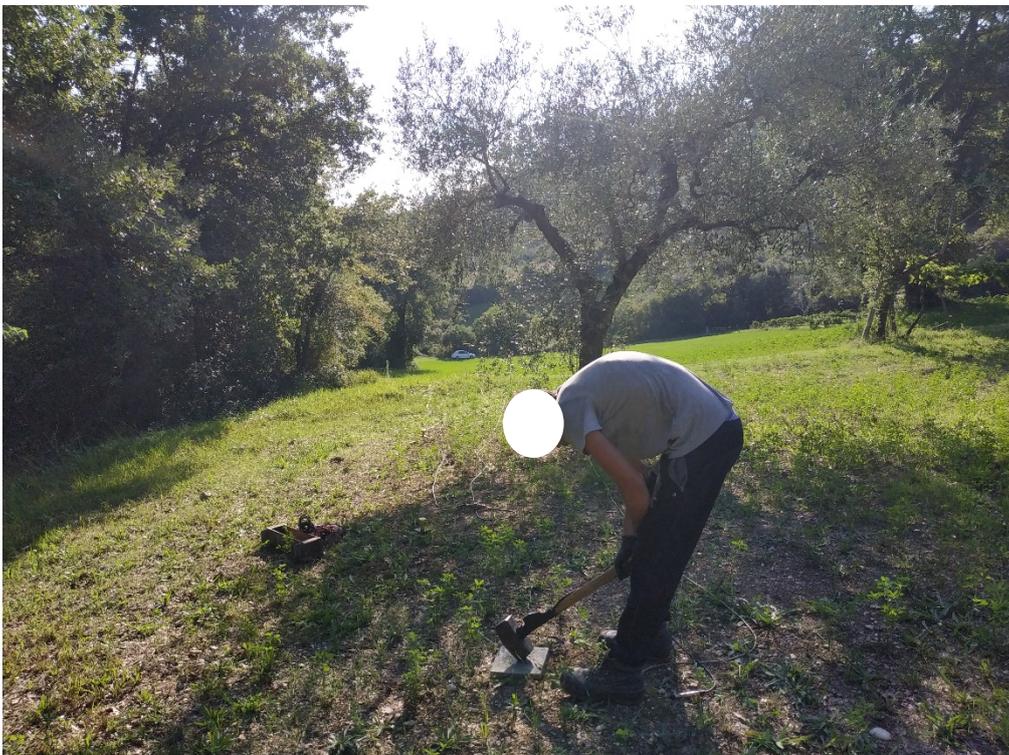
0 10 20m
 Scala orizzontale 1:500
 Scala verticale 1:1000

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) TRASVERSALI (ONDE SH) E SISMICA A RIFLESSIONE



Energizzazione onde longitudinale (Onde P) con generatore ad energia propulsiva di onde sismiche "Peg40"



Energizzazione con mazza battente onde longitudinale (Onde P)



Acquisizione dati misure sismiche



Energizzazione con mazza battente onde trasversali (Onde SH)

ALLEGATO INDAGINE SISMICA “SITO SALISANO”

- Relazione esplicativa
- Ubicazione misure sismiche (da Ortofoto-CTR) –scala 1:2.000
- Sismogrammi sismica a rifrazione onde longitudinali (onde P)
- Sismogrammi sismica a rifrazione onde trasversali (onde SH)
- Dromocrone onde longitudinali (onde P)
- Dromocrone onde trasversali (onde SH)
- Tomografia sismica ed interpretazione sismostratigrafica
- Esempio di sismogramma a 48 tracce (sismica a riflessione)
- Sismogrammi a 24 tracce utilizzati per l’analisi in Common Mid Point
- Analisi prospezione sismica a riflessione
- Documentazione fotografica

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001:2015, n. SA.00014/19
OHSAS 18001:2007, n. SA.00015/19



SOA 05208 Livello



GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750 • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | www.geoprove.eu • info@geoprove.eu

Indice

1 PREMESSA	2
2 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE	3
2.1 <i>Tecniche operative</i>	3
2.2 <i>Analisi dei dati</i>	4
2.3 <i>Risultati</i>	5
3 PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE	7
3.1 <i>tecniche operative</i>	7
3.2 <i>Analisi dei dati</i>	8
3.3 <i>Risultati</i>	9

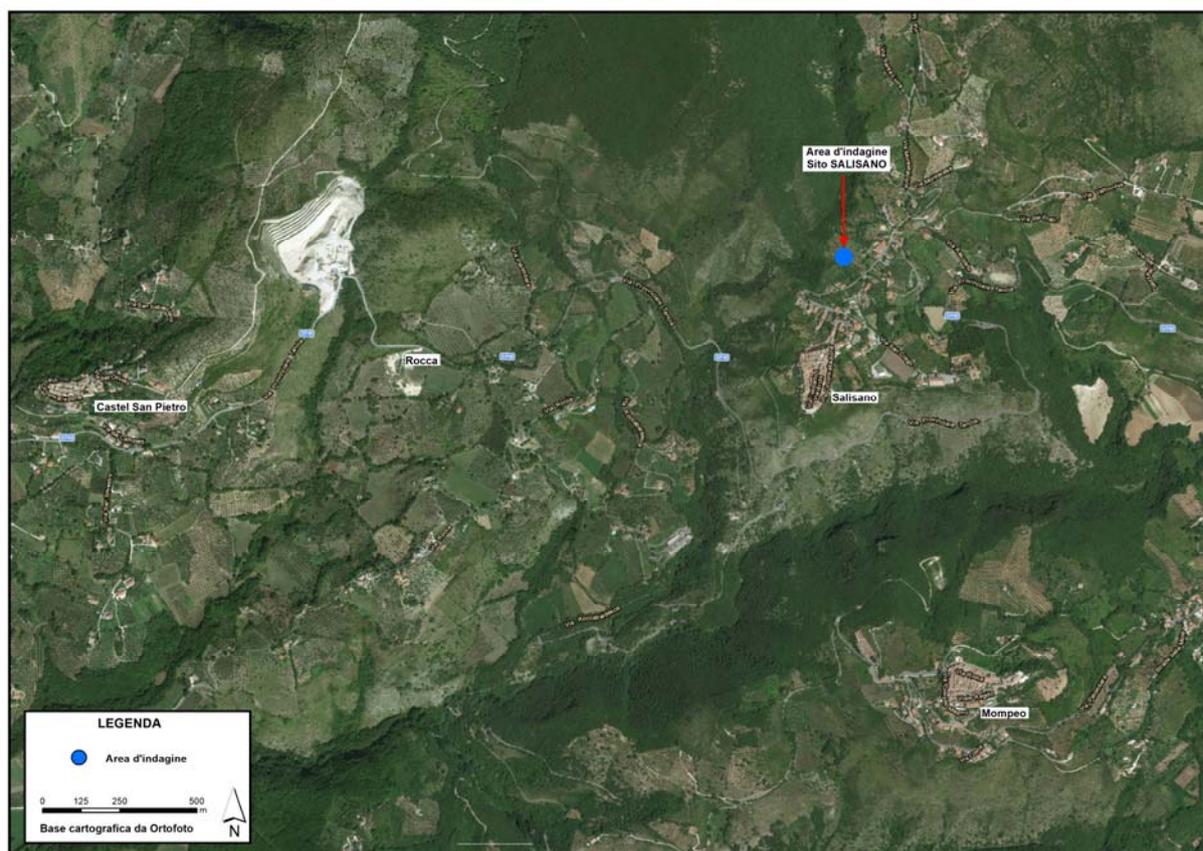
ALLEGATI

- *Ubicazione misure sismiche (da Ortofoto-CTR) - scala 1:2.000*
- *Sismogrammi sismica a rifrazione onde longitudinali (onde P), profili 1-2*
- *Sismogrammi sismica a rifrazione onde trasversali (onde Sh), profilo 1*
- *Dromocrone onde longitudinali (onde P), profili 1-2*
- *Dromocrone onde trasversali (onde Sh), profilo 1*
- *Tomografie sismiche ed interpretazioni sismostratigrafiche, profili 1-2*
- *Esempio di sismogramma a 48 tracce (sismica a riflessione), profili 1-2*
- *Sismogrammi a 24 tracce utilizzati per l'analisi in Common Mid Point, profili 1-2*
- *Analisi prospezione sismica a riflessione, profili 1-2*
- *Documentazione fotografica*

1 PREMESSA

Per incarico conferito alla “GEOPROVE S.r.l.” da “ACEA ELABORI S.P.A”, è stata eseguita una campagna di prospezioni sismiche nell’ambito delle **“INDAGINI GEOGNOSTICHE FINALIZZATE ALLA PROGETTAZIONE DEL NUOVO TRONCO SUPERIORE DELL’ACQUEDOTTO DEL PESCHIERA – CONTRATTO QUADRO N. 3900005591”** nel sito **Salisano**.

In questo sito sono stati eseguiti due profili sismici a rifrazione in onde longitudinali (onde P), uno in onde trasversali (onde Sh) e due profili di sismica a riflessione.



Ubicazione del sito d’indagine

2 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

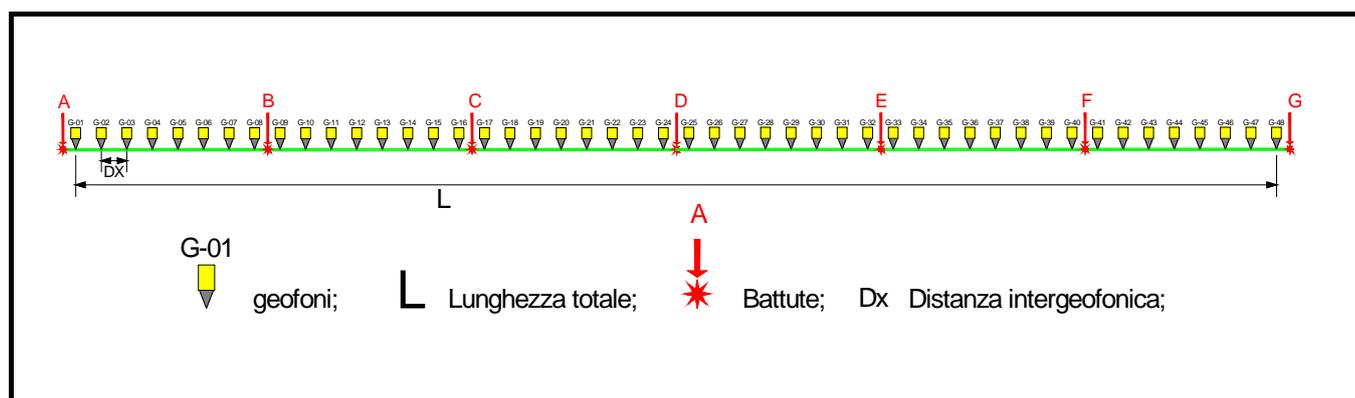
2.1 Tecniche operative

Sono stati effettuati due profili sismici a rifrazione in onde P ed uno in onde Sh utilizzando geofoni a 14 Hz. Le tracce sono state registrate impostando i seguenti parametri:

Tipo di onde	frequenza di campionamento	Lunghezza registrazioni	sorgente
Onde P	0.0625 millisecondi	500 ms	Martello/PEG
Onde Sh	0.125 millisecondi	1 secondo	martello

Di seguito sono tabellate le caratteristiche dei profili acquisiti:

Denominazione	Lunghezza	Distanza geofonica	Numero scoppi	N. Canali
Profilo 1	144 m	3.0 m	7.0	48
Profilo 2	96 m	2.0 m	7.0	48



Schema geometrico di acquisizione

2.2 Analisi dei dati

Per prima cosa sono stati individuati sui sismogrammi i tempi dei primi arrivi delle onde P. Questa operazione è definita picking e si effettua dopo aver registrato e opportunamente filtrato il segnale acquisito.

I file così ottenuti vengono caricati nel software **TomTime** della **Geotom, LCC** che consente di amplificare il segnale in modo da facilitare l’operazioni di picking e registra i valori dei tempi del reale punto di primo arrivo. I tempi vengono importati in un altro software Gremix (Interpex Limited, 1990) che a partire da questi dati e dalle geometrie dello stendimento traccia le dromocrone.

Attraverso un’interpolazione grafica manuale ottimizzata dalle funzioni del software si ottiene, attraverso il metodo del G.R.M operato dal Gremix, lo spessore relativo degli strati presenti e le rispettive velocità. Si visualizza graficamente il modello ottenuto in funzione della velocità e profondità dei rifrattori.

E’ stata successivamente eseguita l’interpretazione tomografica che a partire da una simulazione numerica del fenomeno di propagazione dell’impulso sismico, individua i campi incogniti di velocità delle onde calcolando i tempi di percorrenza e fornisce una discretizzazione del sottosuolo restituendo un’ immagine bidimensionale.

Il software utilizzato per la tomografia è il **Rayfract v. 2.71** (della Intelligent Resources Inc), che applica un metodo di inversione che ricostruisce i fronti d’onda e le geometrie dei percorsi rifratti e l’angolo con cui riemergono al ricevitore.

Importati i tempi dei primi arrivi e le geometrie si visualizzano le dromocrone e tramite il comando “Smooth Invert/WET with gradient initial model” è stato avviato il processo di inversione. Quando il risultato non è stato ritenuto soddisfacente, si è provveduto a variare le impostazioni di default del comando regolando alcuni parametri tramite il comando “Interactive WET Tomography” e “ Maximum Valid Velocity”. Aggiornato il modello, sono stati riavviati tutti i calcoli iterativi di inversione fino al raggiungimento dei requisiti che soddisfano l’algoritmo che individua la soluzione ottimale.

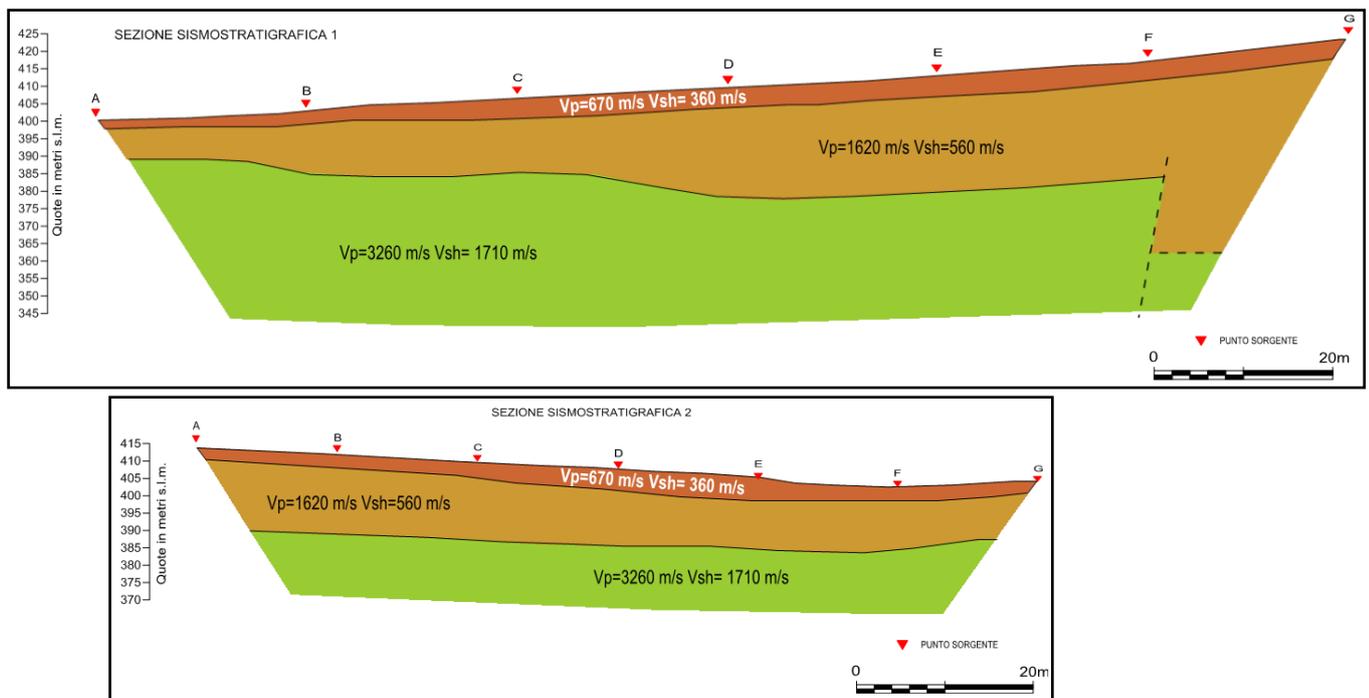
Infine sono stati verificati i risultati ottenuti e verificata la coerenza della rappresentazione grafica in scala cromatica.

2.3 Risultati

L’elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo **3 “sismostrati”**, così caratterizzati:

1. **Il primo sismostrato** (con una profondità di circa 5-6 mt dal p.c.) ha velocità V_p di 670 m/s e V_{sh} di 360 m/s;
2. **Il secondo sismostrato** (con ha una profondità variabile tra 10 e 60 m circa, nel profilo sismico 1, ed una profondità media di 24 m nel profilo sismico 2) ha velocità V_p di 1620 m/s e V_{sh} di 560 m/s;
3. **Il substrato rifrattore** ha velocità V_p di 3260 m/s e V_{sh} 1710 m/s.

Nel profilo sismico 1 è stata tratteggiata una **faglia sub-verticale**, in corrispondenza del punto sorgente F, che disloca il contatto tra il secondo sismostrato e il substrato rifrattore. La sua presenza è stata dedotta dall’informazione congiunta della perforazione eseguita, a fine profilo, e dell’indagine di sismica a riflessione. Infatti, dall’indagine di sismica a rifrazione, non è stato possibile rilevare la faglia in questione, in quanto la zona in cui si inserisce (ai margini della sezione) non è coperta dai dati sismici.



Nella tabella che segue sono mostrati tutti i valori delle velocità sismiche, il coefficiente di Poisson ed i valori dei moduli dinamici E (di Young), G (di taglio) e K (di compressibilità), espressi in Kg/cm². Questi valori sono calcolati considerando un peso di volume unitario, pertanto, per ottenere i moduli reali, è necessario moltiplicarli per il peso di volume dei litotipi presenti.

Profilo 1

Spessori medi sismostrati (m)	Vp	Vs	σ	γ	E	G	K
1° sismostrato 0÷5.0	670	360	0.30	1	3431	1322	2817
2° sismostrato 5.0÷20.0	1620	560	0.43	1	9166	3200	22513
substrato rifrattore >20.0	3270	1710	0.31	1	78283	29838	69328

Profilo 2

Spessori medi sismostrati (m)	Vp	Vs	σ	γ	E	G	K
1° sismostrato 0÷5.0	670	360	0.30	1	3431	1322	2817
2° sismostrato 5.0÷24.0	1620	560	0.43	1	9166	3200	22513
substrato rifrattore >24.0	3270	1710	0.31	1	78283	29838	69328

Vp = velocità onde longitudinali in m/s

Vs = velocità onde trasversali in m/s

σ = coefficiente di Poisson

γ = peso di volume in g/cm³

E = modulo dinamico di Young in Kg/cm²

G = modulo dinamico di taglio in Kg/cm²

K = modulo dinamico di compressibilità in Kg/cm²

3 PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE

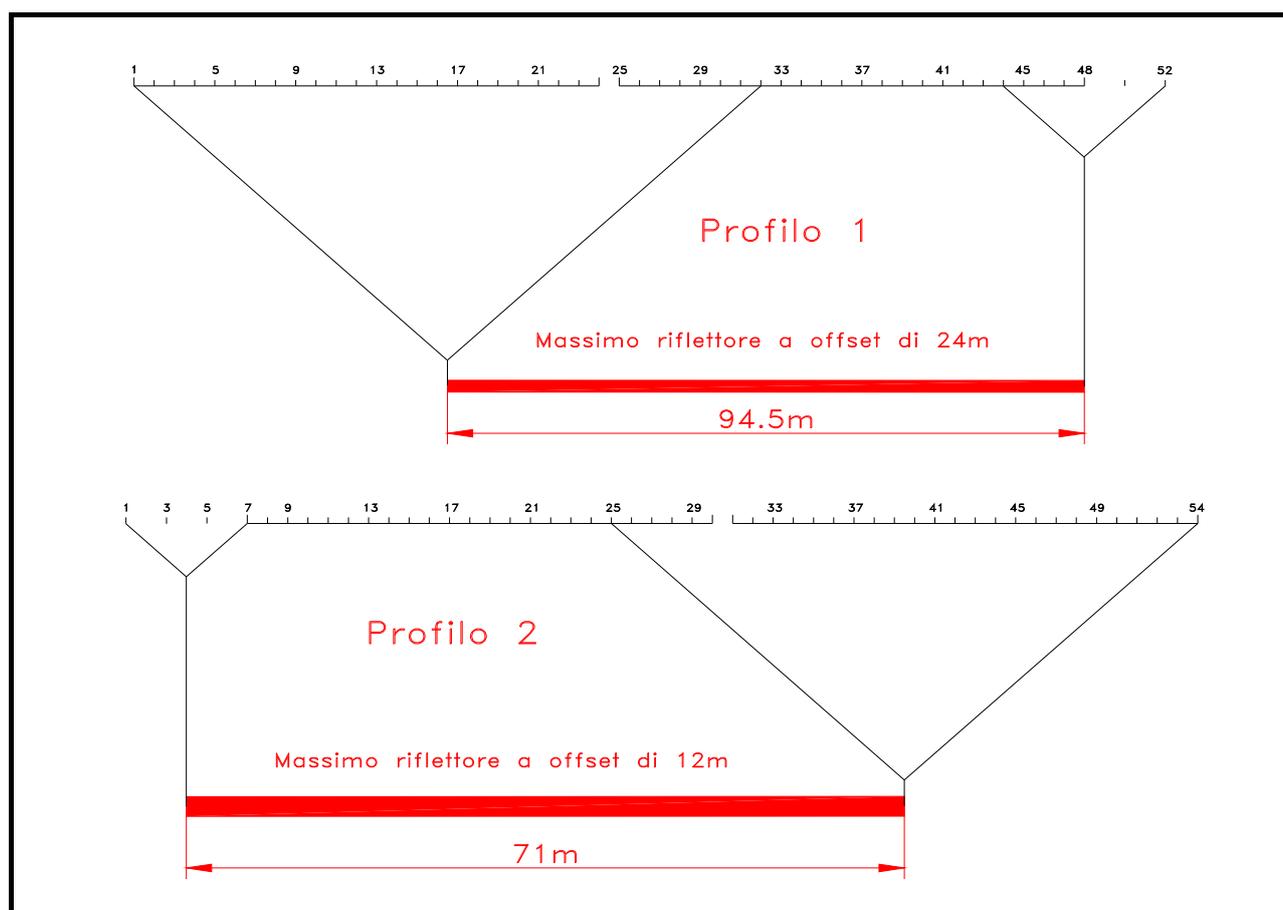
3.1 tecniche operative

Sono stati acquisiti due profili sismici a riflessione, circa trasversali tra loro, utilizzando geofoni a 14 Hz shuntati con filtro passivo, in grado di spostare la banda di risposta dei geofoni verso frequenze più alte. Le tracce sono state registrate con i seguenti parametri:

frequenza di campionamento	Lunghezza registrazioni	sorgente
0.0625 millisecondi	1 secondo	Martello/Peg-40

Di seguito sono tabellate le caratteristiche del profilo acquisito:

Denominazione	Lunghezza	Distanza geofonica	Numero scoppi	N. Stazioni
Profilo 1	153 m	3.0 m	11	52
Profilo 2	106 m	2.0 m	24	54



Schema geometrico di acquisizione

3.2 Analisi dei dati

I dati della sismica a riflessione sono stati trattati col software Seistrix 3 (Interpex L.t.d., 1993). Uno dei grandi vantaggi di questo software è la capacità di gestire le geometrie complesse, dovendo trattare dati acquisiti secondo la tecnica del Common Mid Point Multi-Offset.

Sono stati acquisiti sismogrammi a 48 tracce, in allegato viene riportato un solo sismogramma acquisito.

Per prima cosa sono stati caricati nel programma tutti i file a 24 tracce con punto sorgente a distanza uguale e impostate le geometrie di ogni profilo.

Si è poi proceduto all’analisi delle linee sismiche per ogni singolo offset, in seguito è stato esaminato solo il profilo ad offset più indicativo (offset a 24 metri).

Sono state impostate le geometrie è stato effettuato il “sort” dei dati. Questa operazione serve a riorganizzare i dati secondo le geometrie di common mid-point e nel rispetto delle distanze di offset. Infatti al momento dell’acquisizione i dati sono memorizzati in base alle posizioni degli scoppi e dei ricevitori, con il sorting vengono riorganizzati in modo da raggruppare per ogni coppia scoppio-ricevitore le tracce relative ai segnali provenienti dallo stesso midpoint.

Successivamente le operazioni di processing sui dati sono le seguenti:

- ✓ Correzione Statica dei Tempi sulle Tracce
- ✓ Filtro Passa Banda
- ✓ Mute
- ✓ Normal Move Out
- ✓ Filtraggio $f - k$
- ✓ Trace Mix

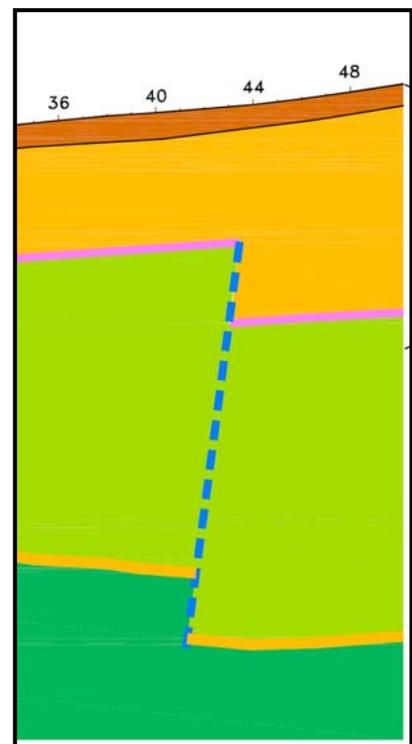
Esse sono state ampiamente descritte nella relazione generale.

3.3 Risultati profilo 1

Dall’analisi della “sezione tempo”, riportata nell’allegato “analisi prospezione sismica a riflessione”, si evince la presenza **di un primo riflettore**, piuttosto energetico, posto tra circa **60 e 90 millisecondi**, segue un secondo riflettore poco energetico e discontinuo, posizionato tra **170 e 210 millisecondi**.

Per ciò che concerne le profondità associabili alle sezioni tempo, queste sono state ottenute utilizzando, per i terreni superficiali, velocità e spessori ricavati dall’elaborazione tomografica del sottosuolo effettuata con la sismica a rifrazione e, per i sedimenti più profondi, effettuando un’analisi di velocità dei sismogrammi relativi alla sismica a riflessione.

In virtù delle considerazioni fatte, e, quindi, passando da sezioni tempo a sezione profondità, vedi figura “Analisi prospezione sismica a riflessione”, **la prima riflessione** individuata risulta posizionabile tra circa **20 e 60 metri di profondità**, mentre, **la seconda riflessione** si posiziona da circa **90 a 145 metri di profondità**. Inoltre, in corrispondenza delle stazione 40-44 è presente una discontinuità subverticale che sembra dislocare i due riflettori (tratto di sezione mostrata a lato).



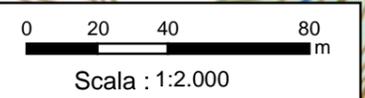
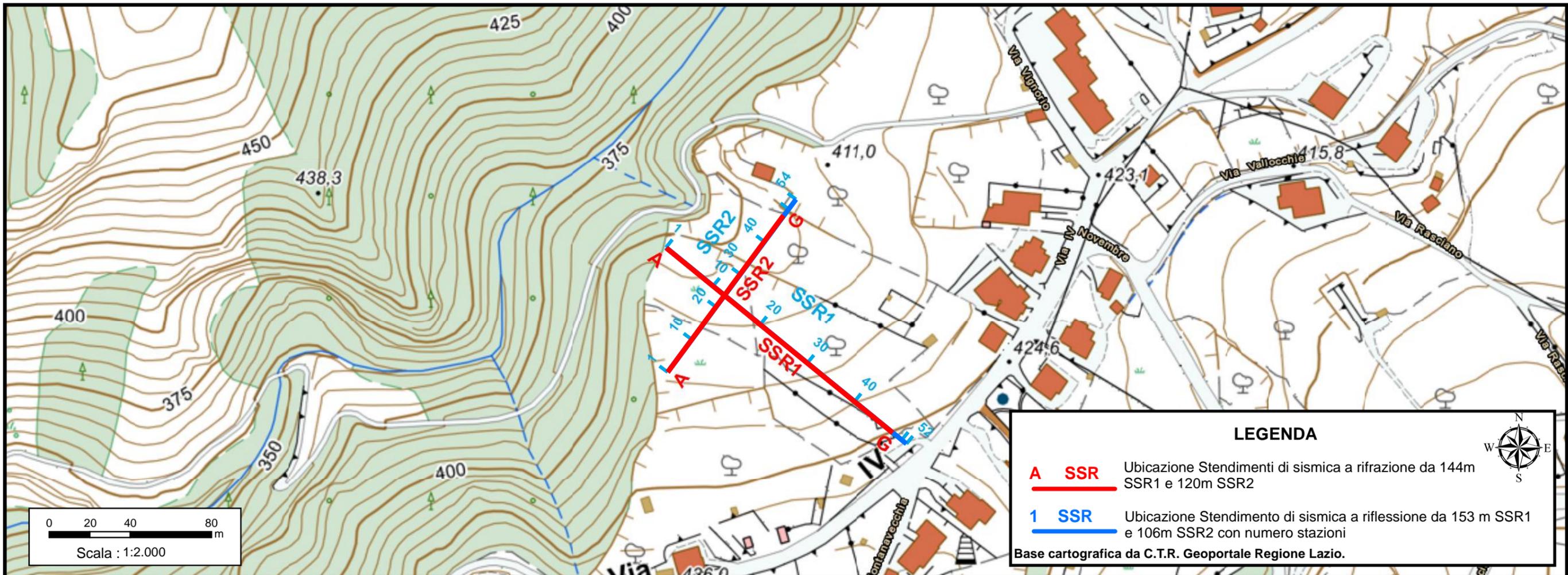
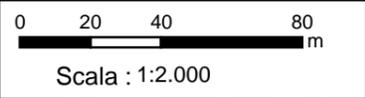
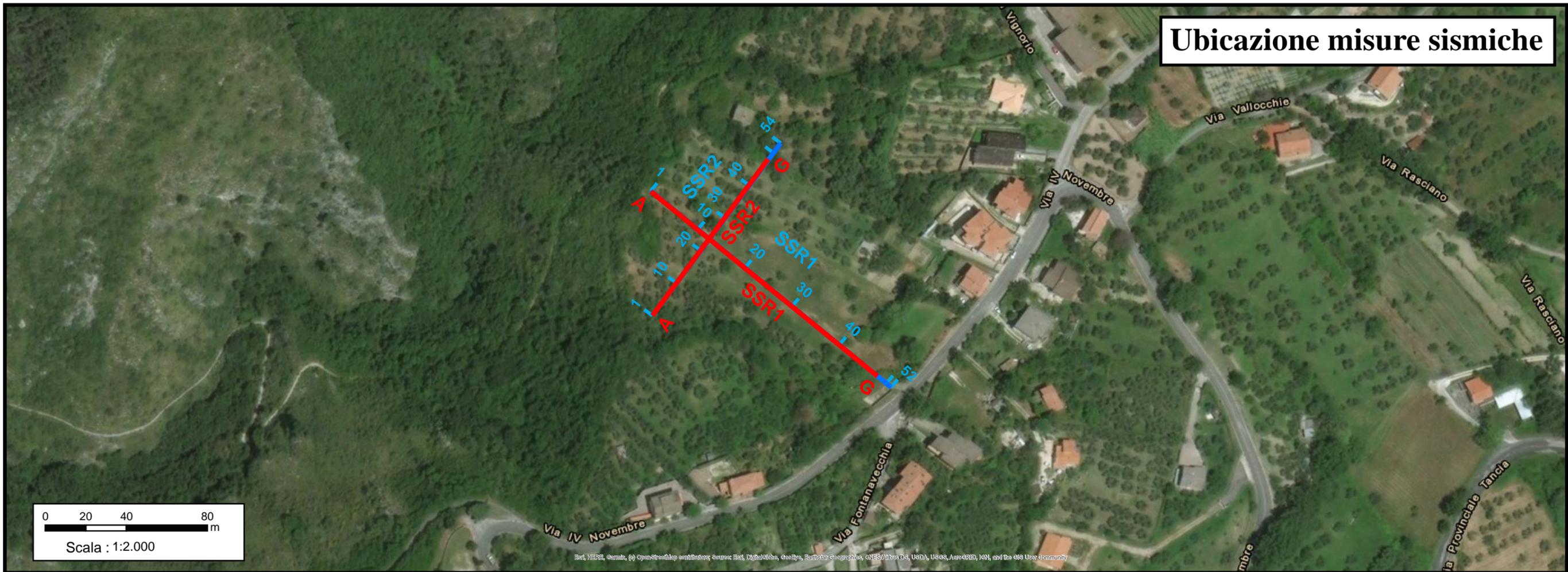
3.3 Risultati profilo 2

Dall’analisi della “sezione tempo”, riportata nell’allegato “analisi prospezione sismica a riflessione”, si evince la presenza **di un primo riflettore**, piuttosto energetico, posto tra circa **40 e 70 millisecondi**, segue un secondo riflettore poco energetico e discontinuo, posizionato tra **120 e 180 millisecondi**.

Per ciò che concerne le profondità associabili alle sezioni tempo, queste sono state ottenute utilizzando, per i terreni superficiali, velocità e spessori ricavati dall’elaborazione tomografica del sottosuolo effettuata con la sismica a rifrazione e, per i sedimenti più profondi, effettuando un’analisi di velocità dei sismogrammi relativi alla sismica a riflessione.

In virtù delle considerazioni fatte, e, quindi, passando da sezioni tempo a sezione profondità, vedi figura “Analisi prospezione sismica a riflessione”, **la prima riflessione** individuata risulta posizionabile tra circa **18 e 25 metri di profondità**, mentre, **la seconda riflessione** si posiziona da circa **80 a 100 metri di profondità**. Inoltre, in corrispondenza delle stazione 12, 18 e 30 sono presenti delle discontinuità subverticale che, comunque, non sembrano dislocare i due riflettori.

Ubicazione misure sismiche



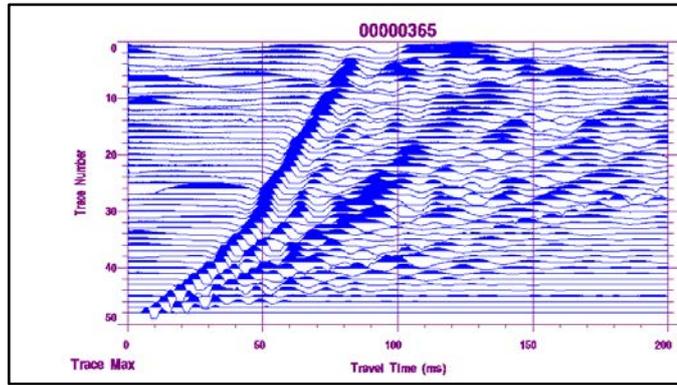
LEGENDA

A	SSR	Ubicazione Stendimenti di sismica a rifrazione da 144m SSR1 e 120m SSR2
1	SSR	Ubicazione Stendimento di sismica a riflessione da 153 m SSR1 e 106m SSR2 con numero stazioni

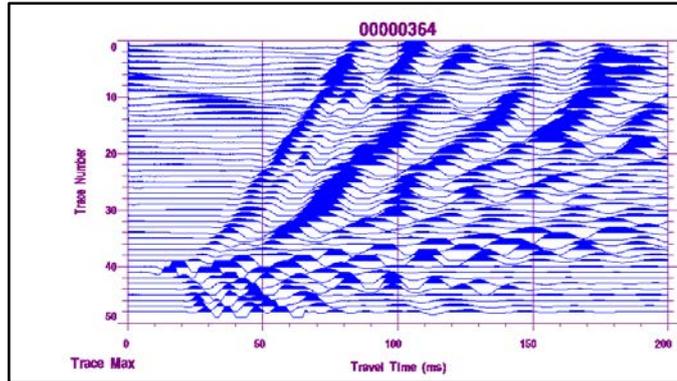
Base cartografica da C.T.R. Geoportale Regione Lazio.



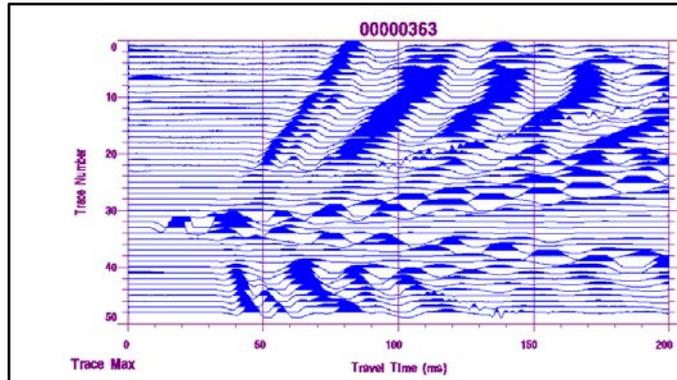
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) PROFILO 1



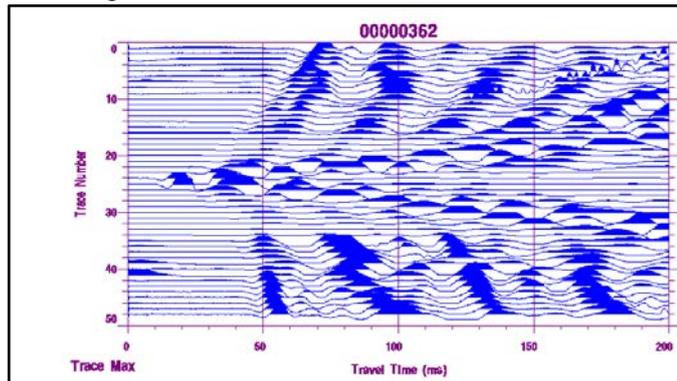
Punto sorgente "A"



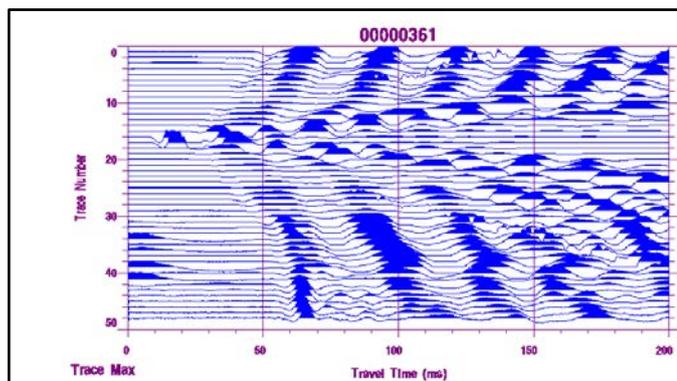
Punto sorgente "B"



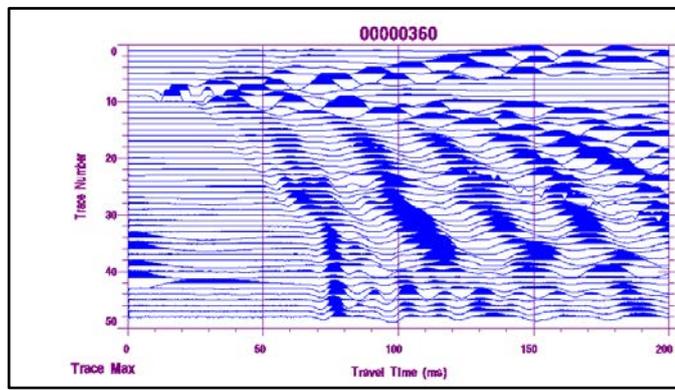
Punto sorgente "C"



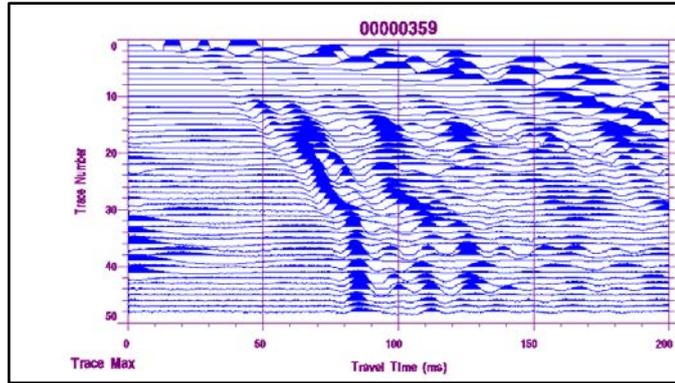
Punto sorgente "D"



Punto sorgente "E"

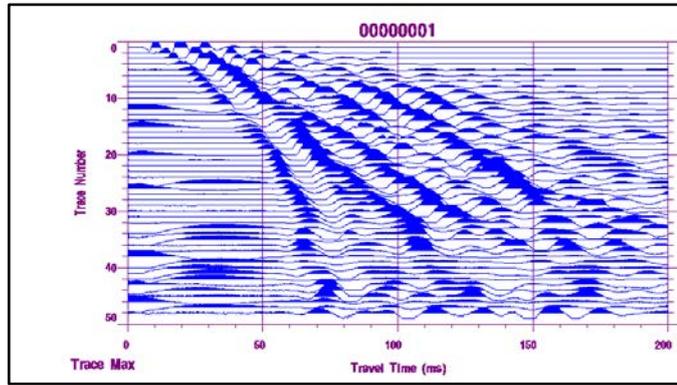


Punto sorgente "F"

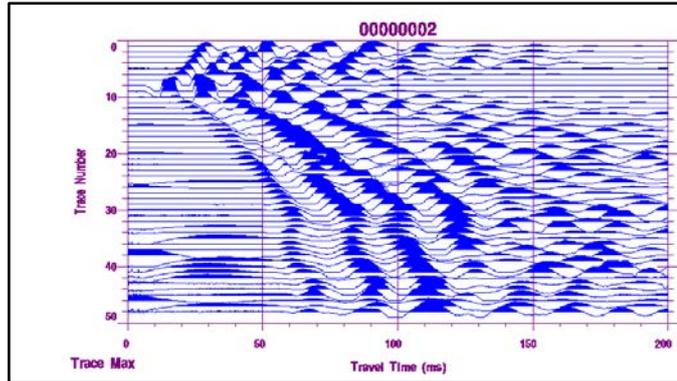


Punto sorgente "G"

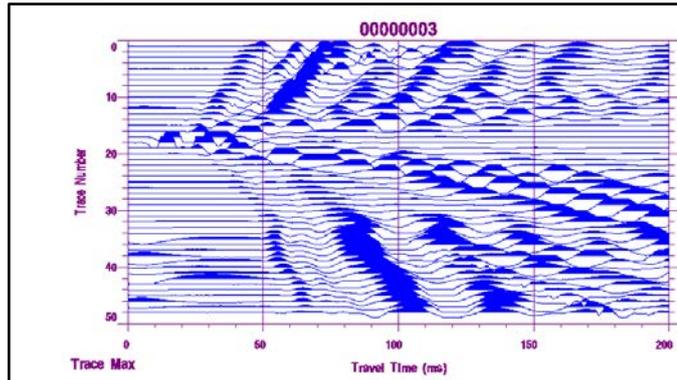
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE LONGITUDINALI (ONDE P) PROFILO 2



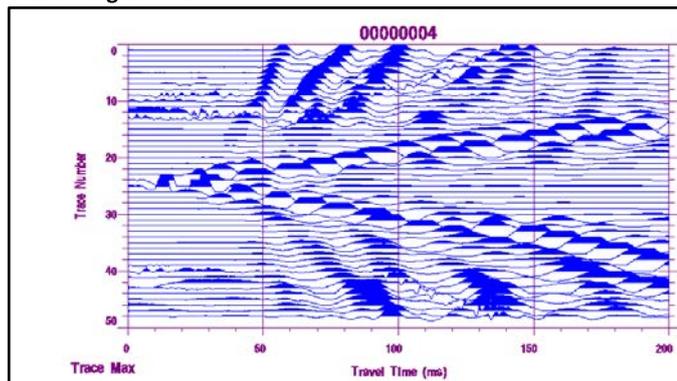
Punto sorgente "A"



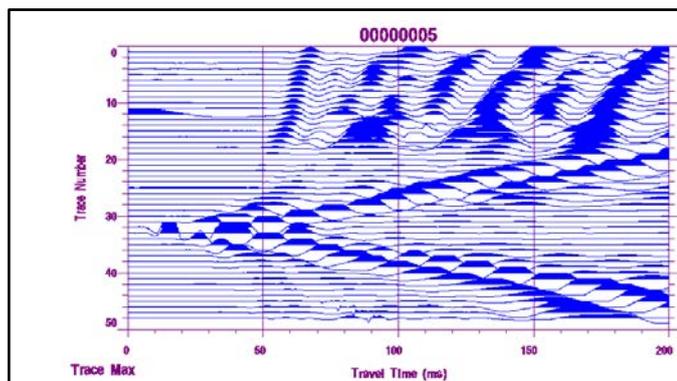
Punto sorgente "B"



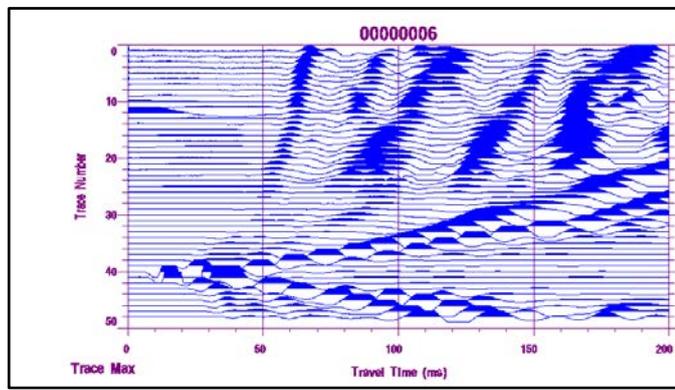
Punto sorgente "C"



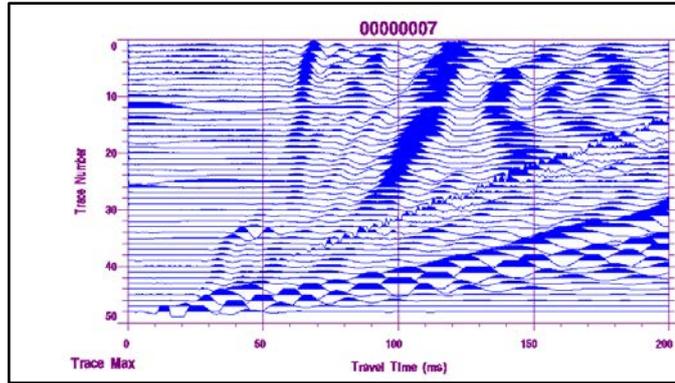
Punto sorgente "D"



Punto sorgente "E"

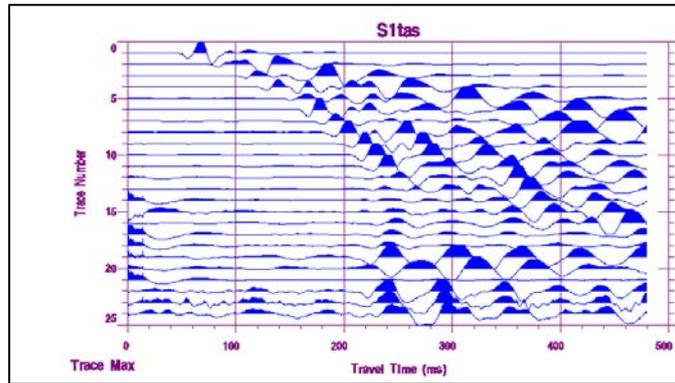


Punto sorgente "F"

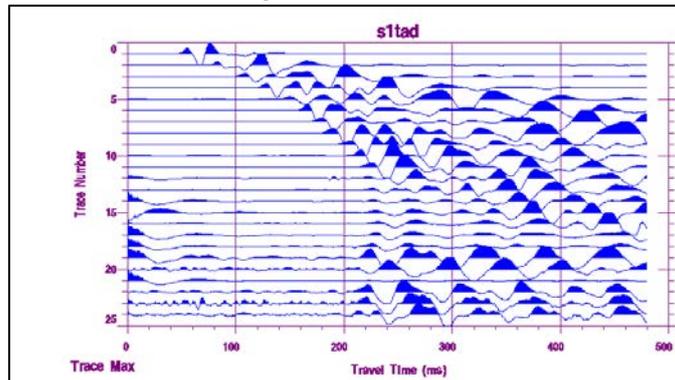


Punto sorgente "G"

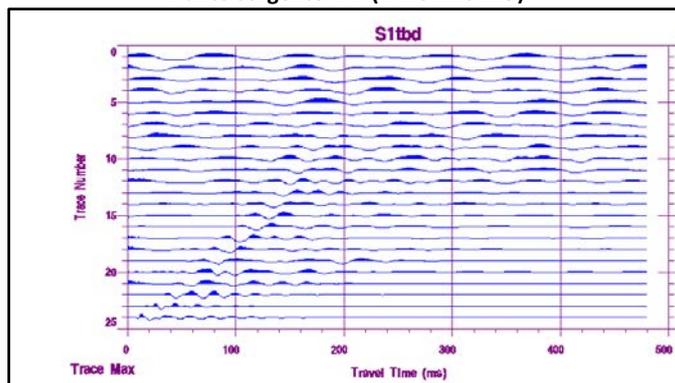
SISMOGRAMMI SISMICA A RIFRAZIONE ONDE TRASVERSALI (ONDE SH)



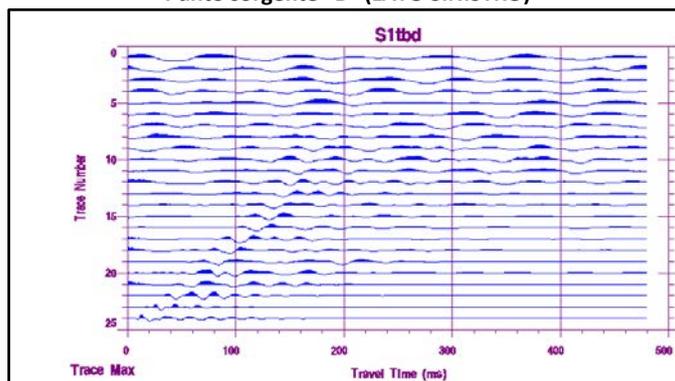
Punto sorgente "A" (LATO SINISTRO)



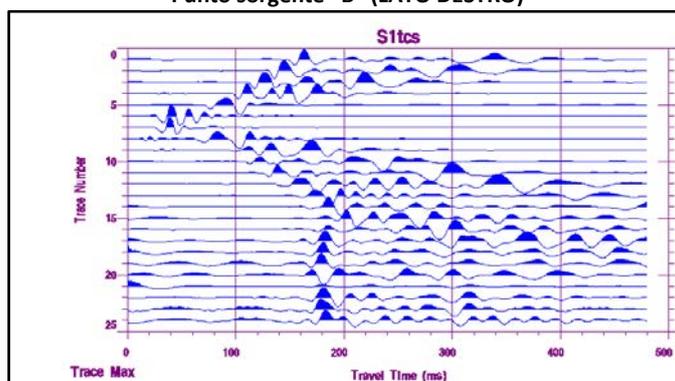
Punto sorgente "A" (LATO DESTRO)



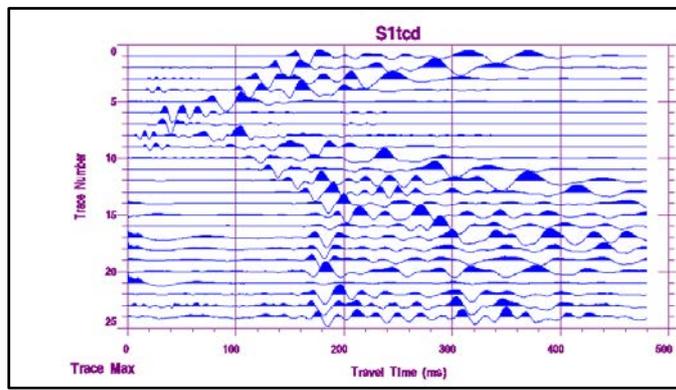
Punto sorgente "B" (LATO SINISTRO)



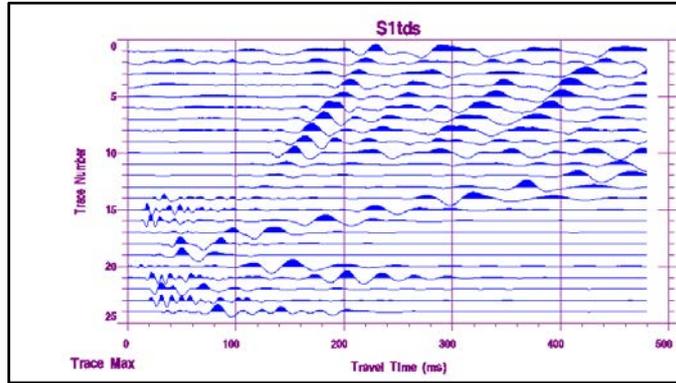
Punto sorgente "B" (LATO DESTRO)



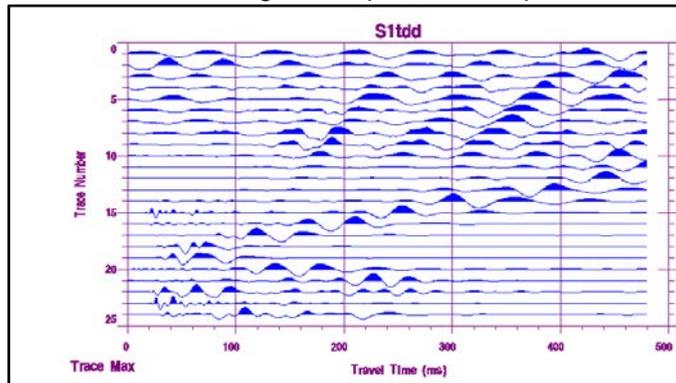
Punto sorgente "C" (LATO SINISTRO)



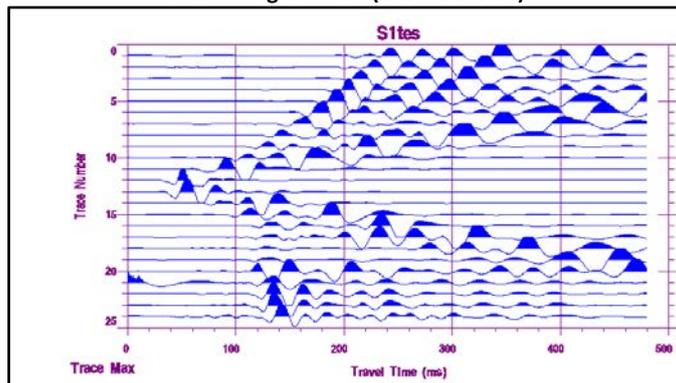
Punto sorgente "C" (LATO DESTRO)



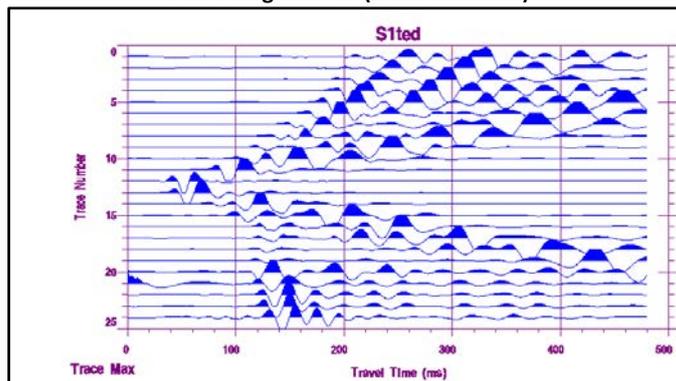
Punto sorgente "D" (LATO SINISTRO)



Punto sorgente "D" (LATO DESTRO)

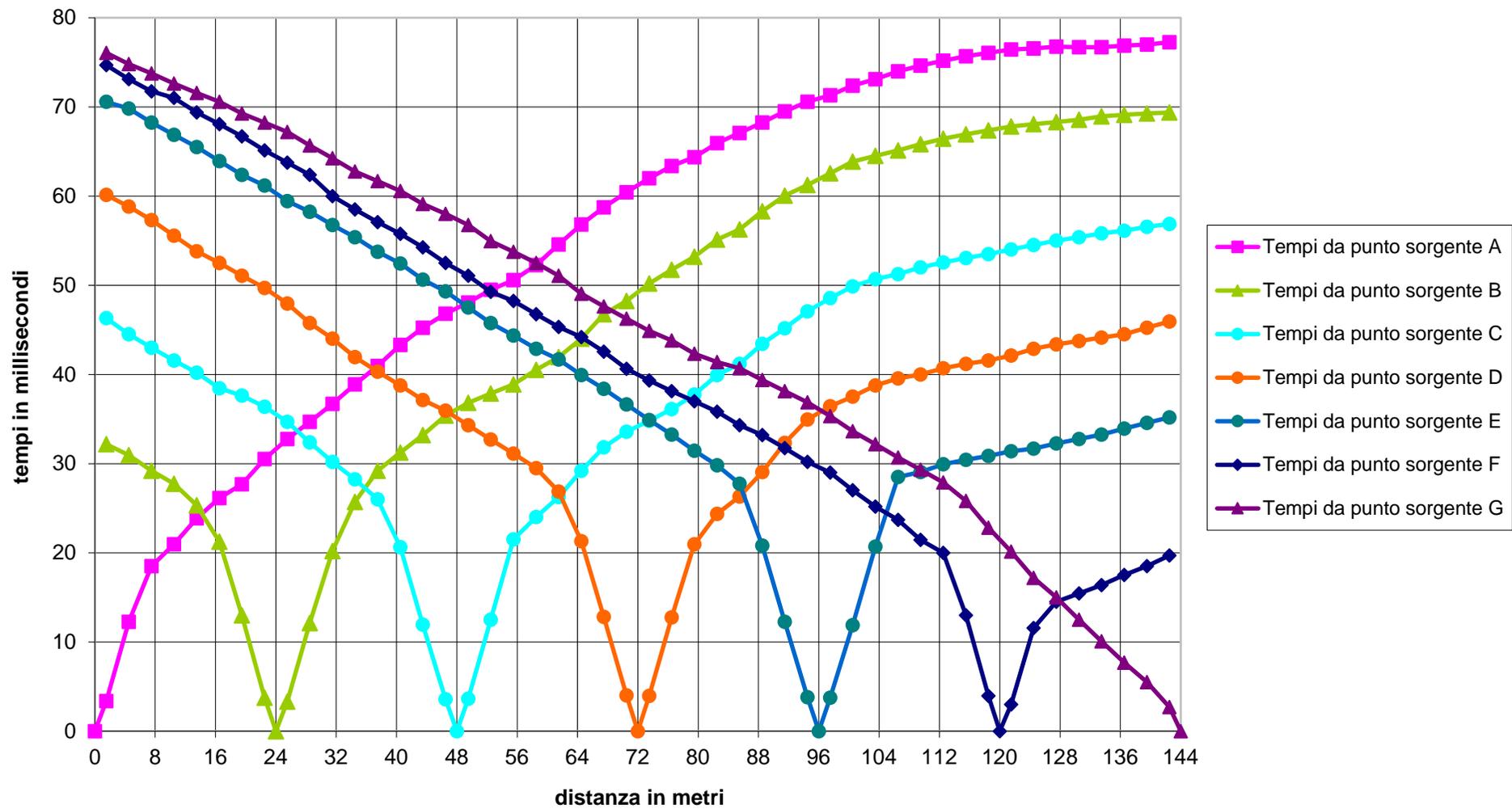


Punto sorgente "E" (LATO SINISTRO)

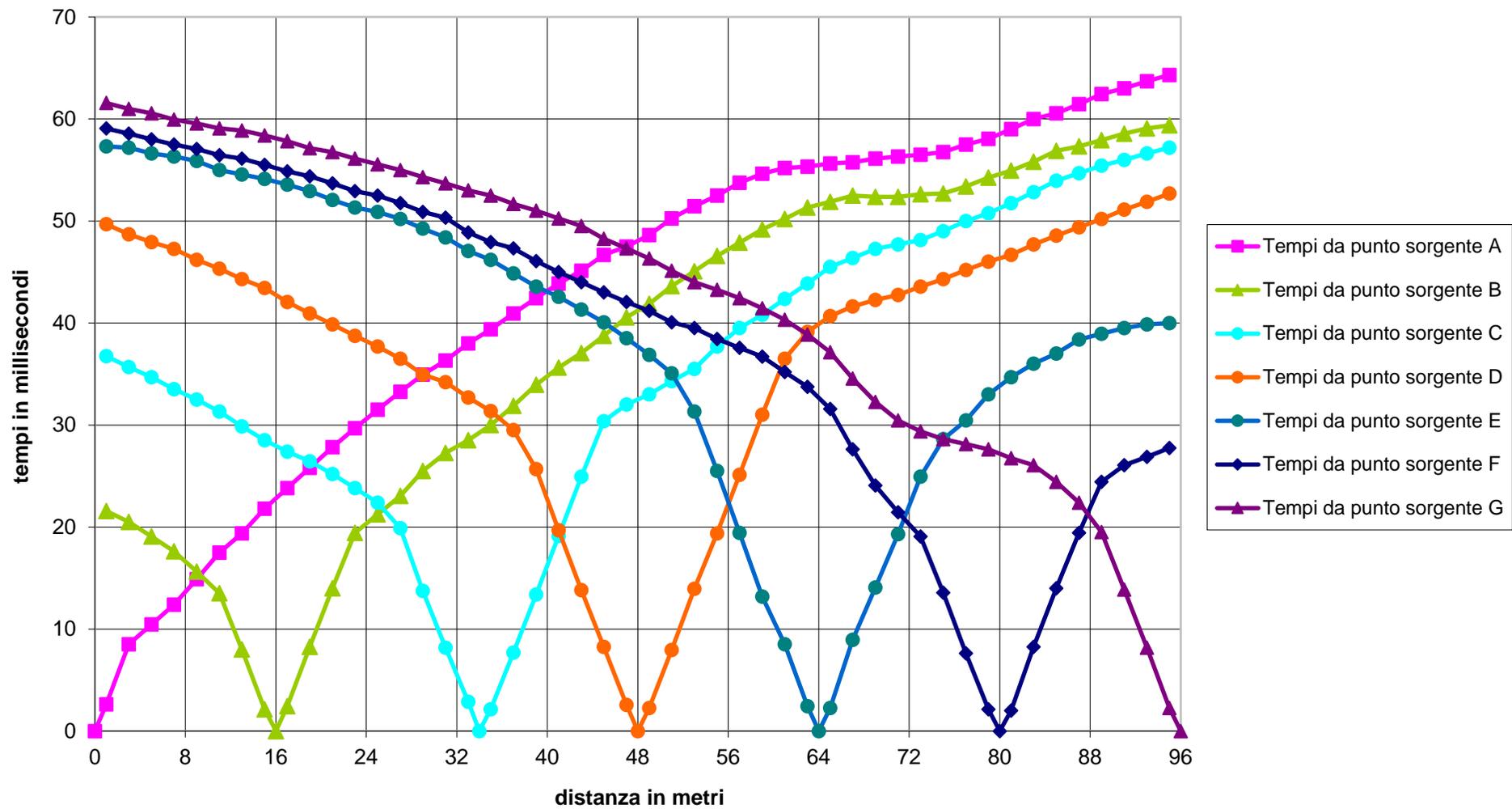


Punto sorgente "E" (LATO DESTRO)

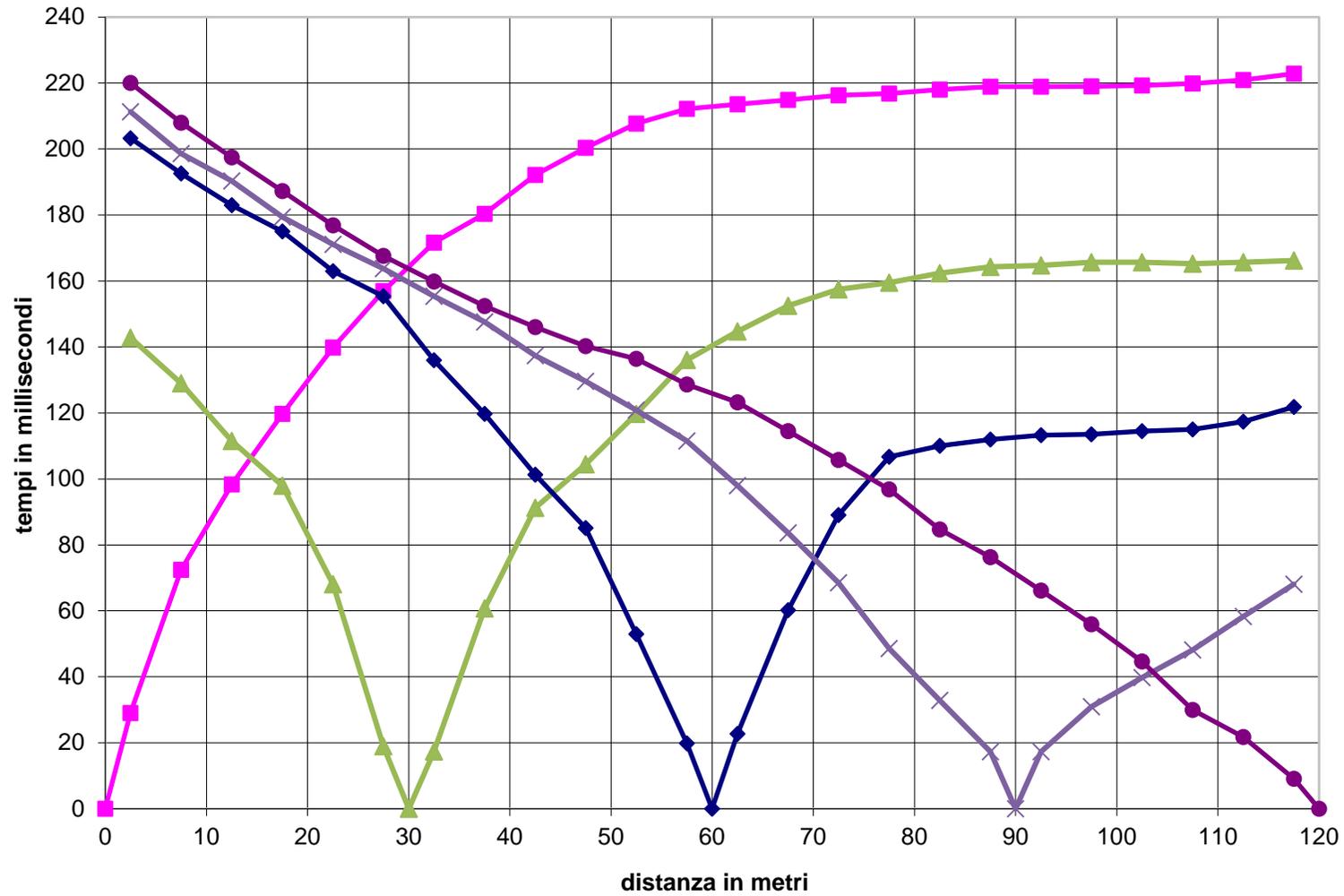
Dromocrone onde LONGITUDINALI - profilo sismico 1

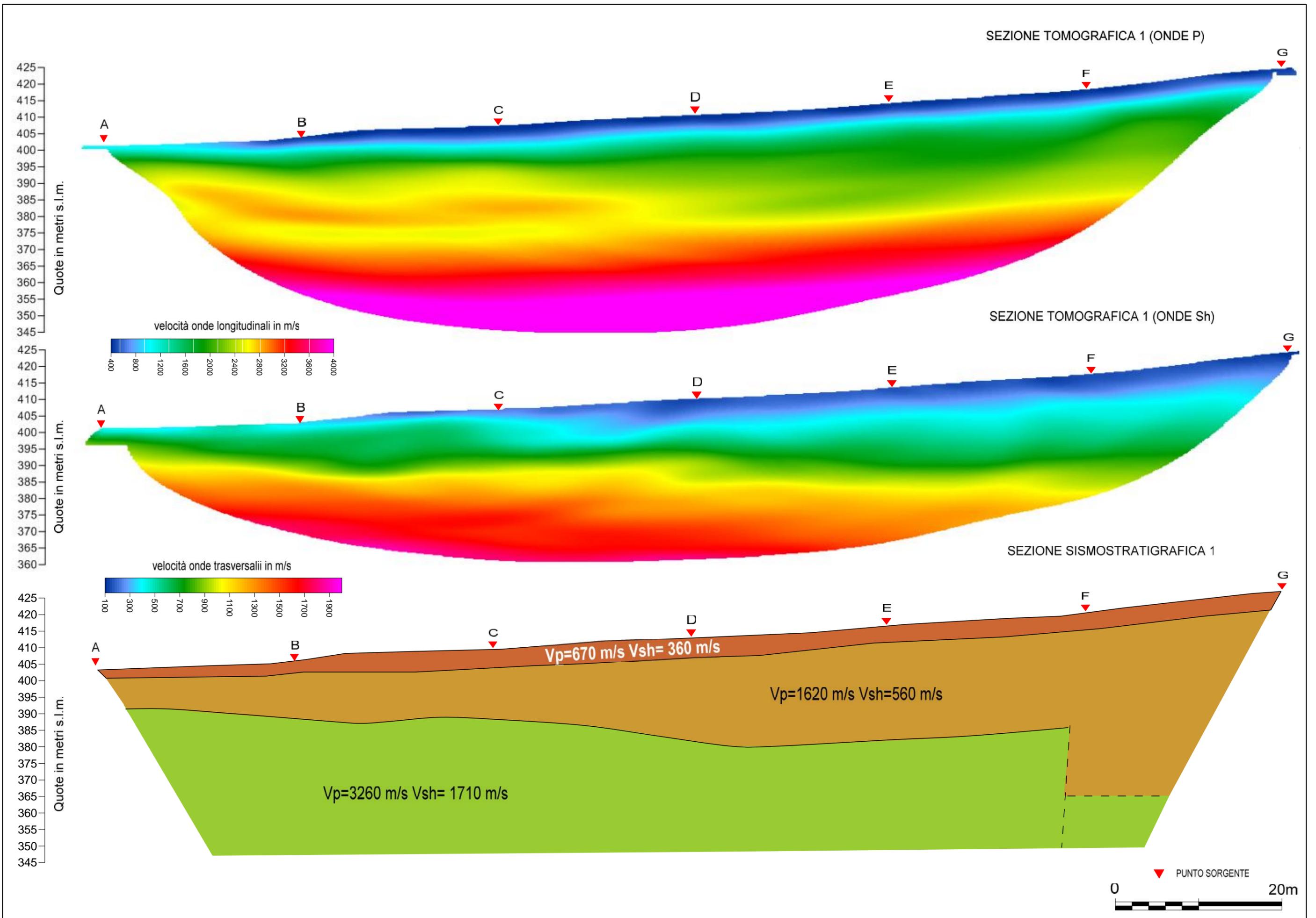


Dromocrone onde LONGITUDINALI - profilo sismico 2

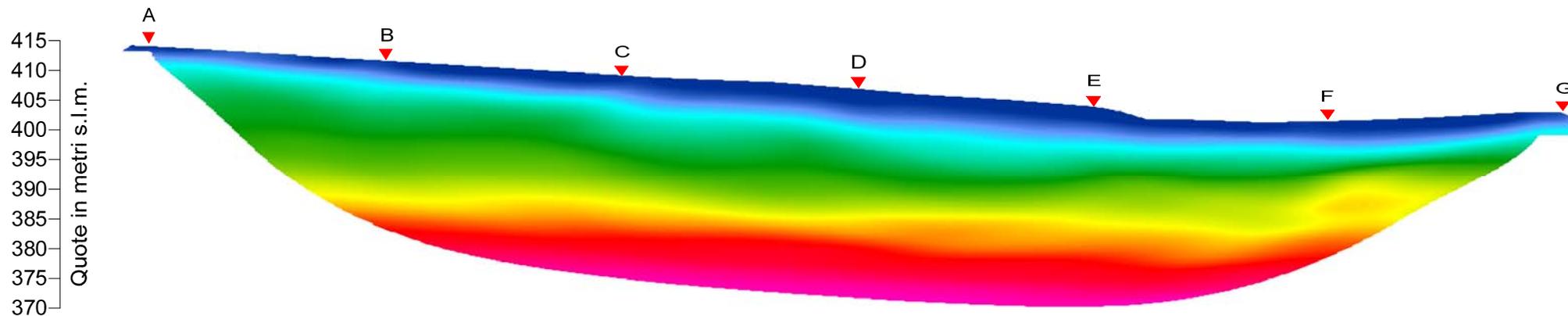


Dromocrone ONDE TRASVERSALI - profilo sismico 1

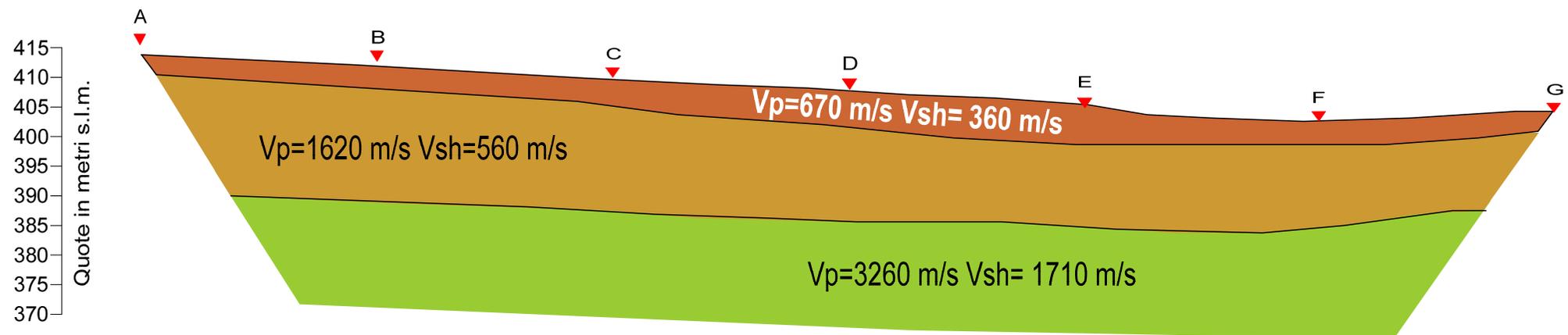




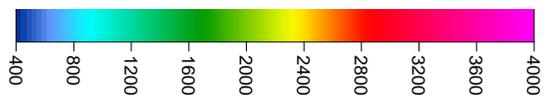
SEZIONE TOMOGRAFICA 2 (ONDE P)



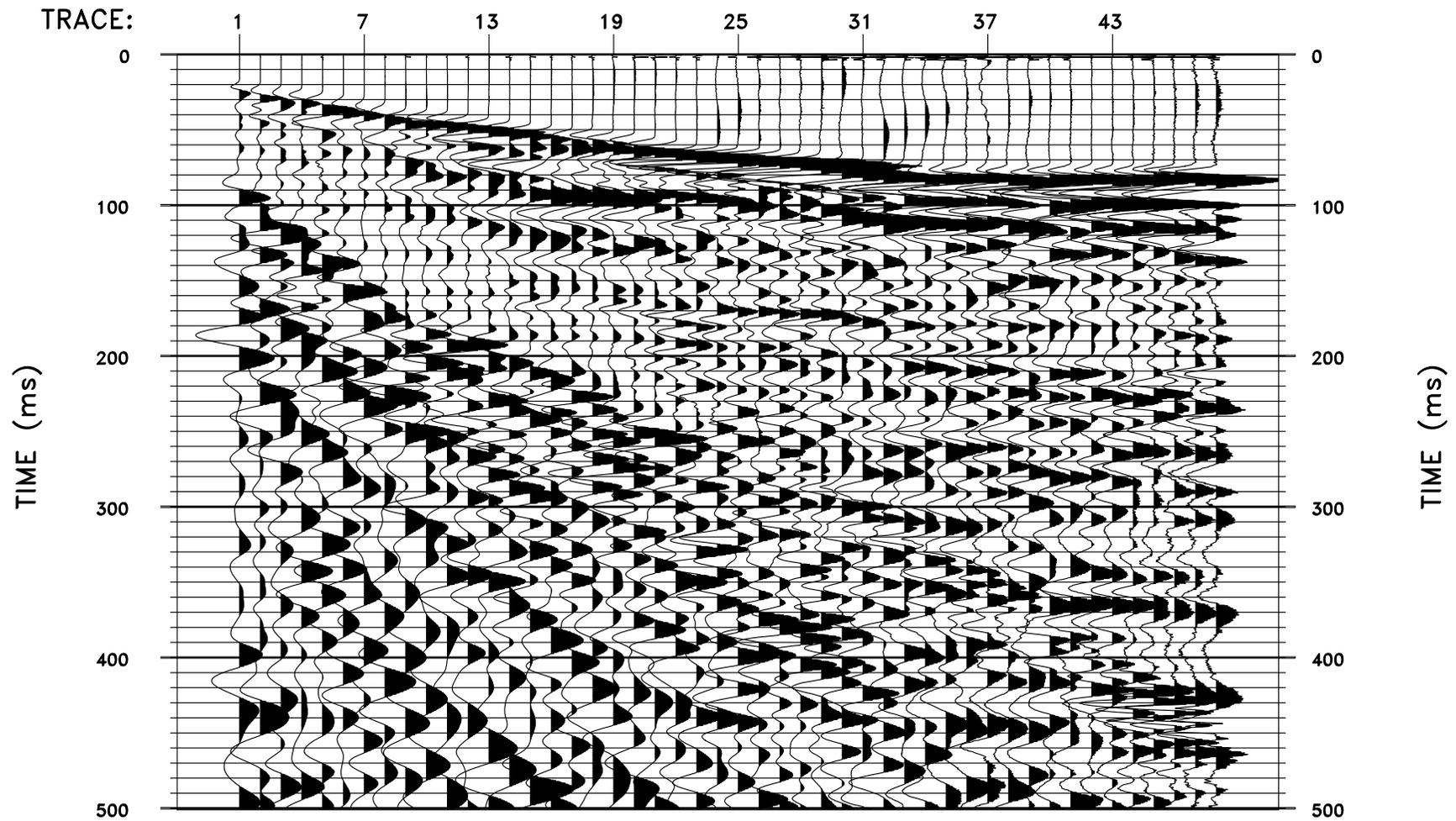
SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA 2



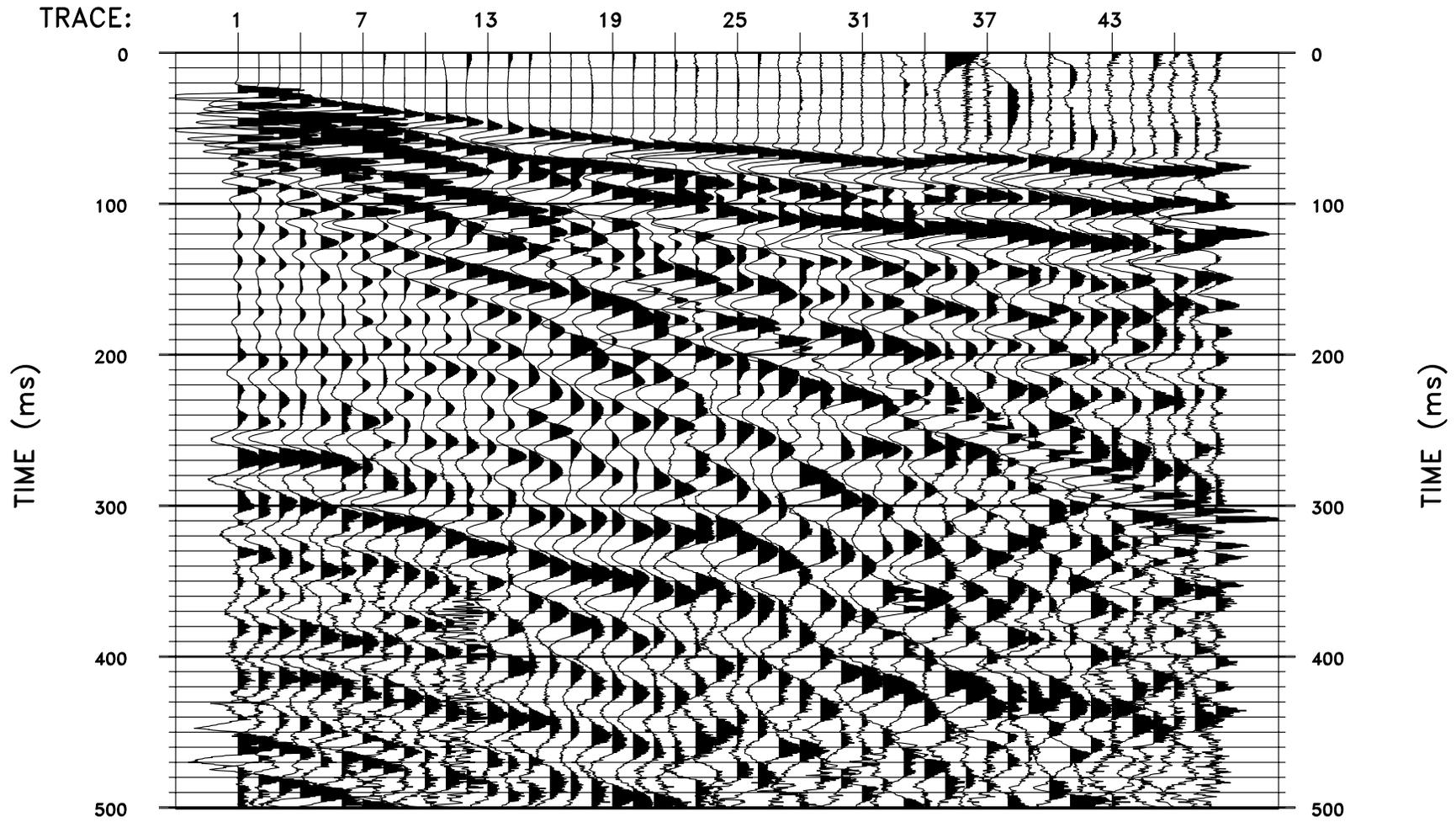
velocità onde longitudinali in m/s



PROFILO 1 Esempio di sismogramma a 48 tracce

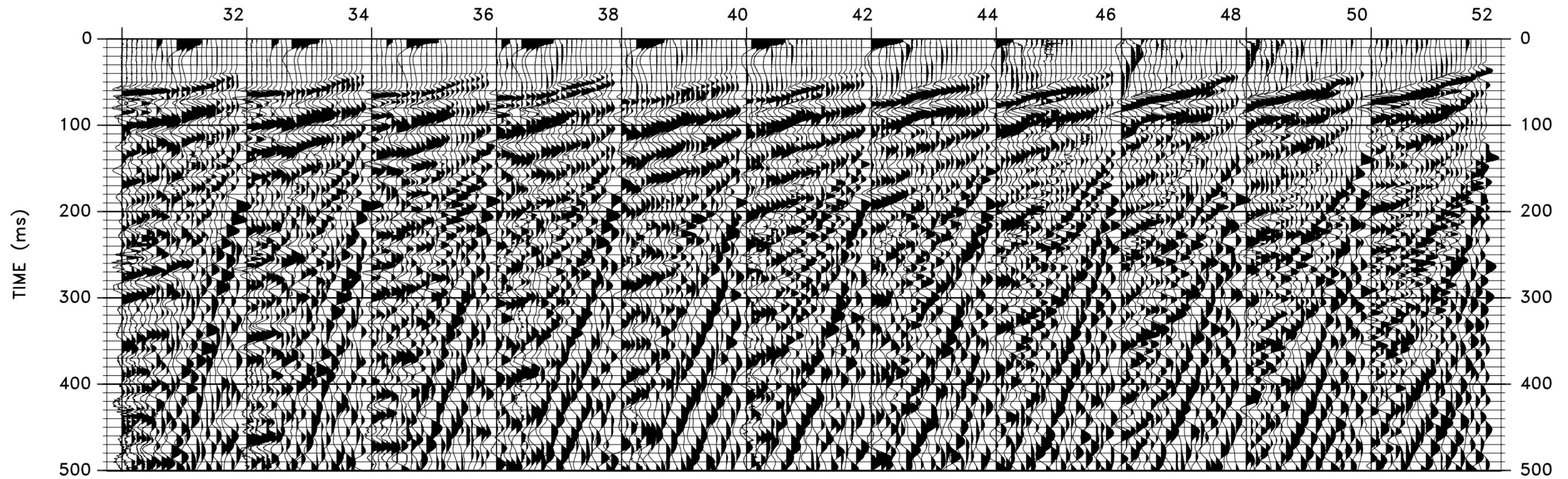


PROFILO 2 Esempio di sismogramma a 48 tracce



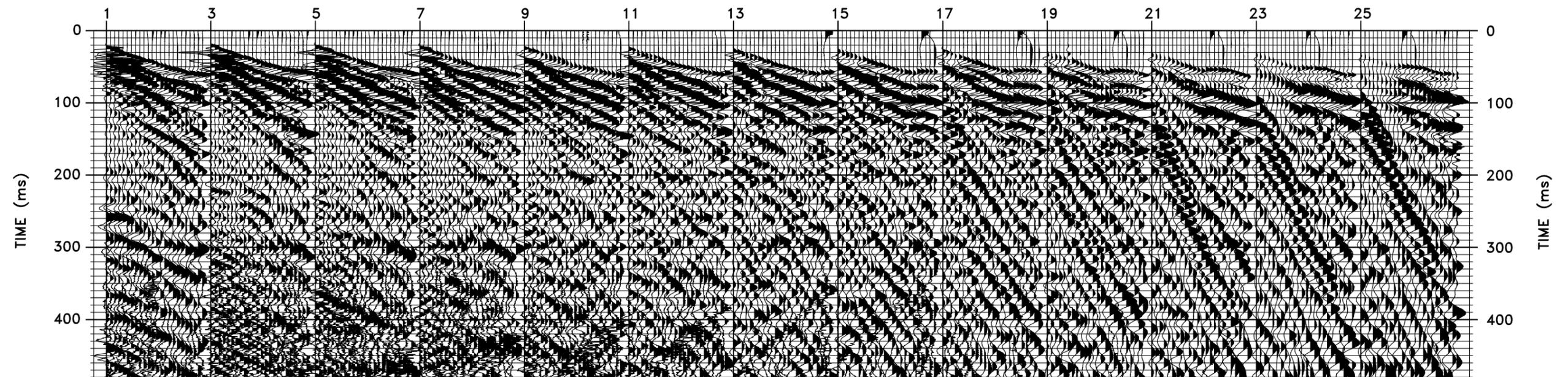
PROFILO 1
SISMOGRAMMI A 24 TRACCE UTILIZZATI
PER L'ANALISI IN COMMON MID POINT

Stazioni sorgente sismica

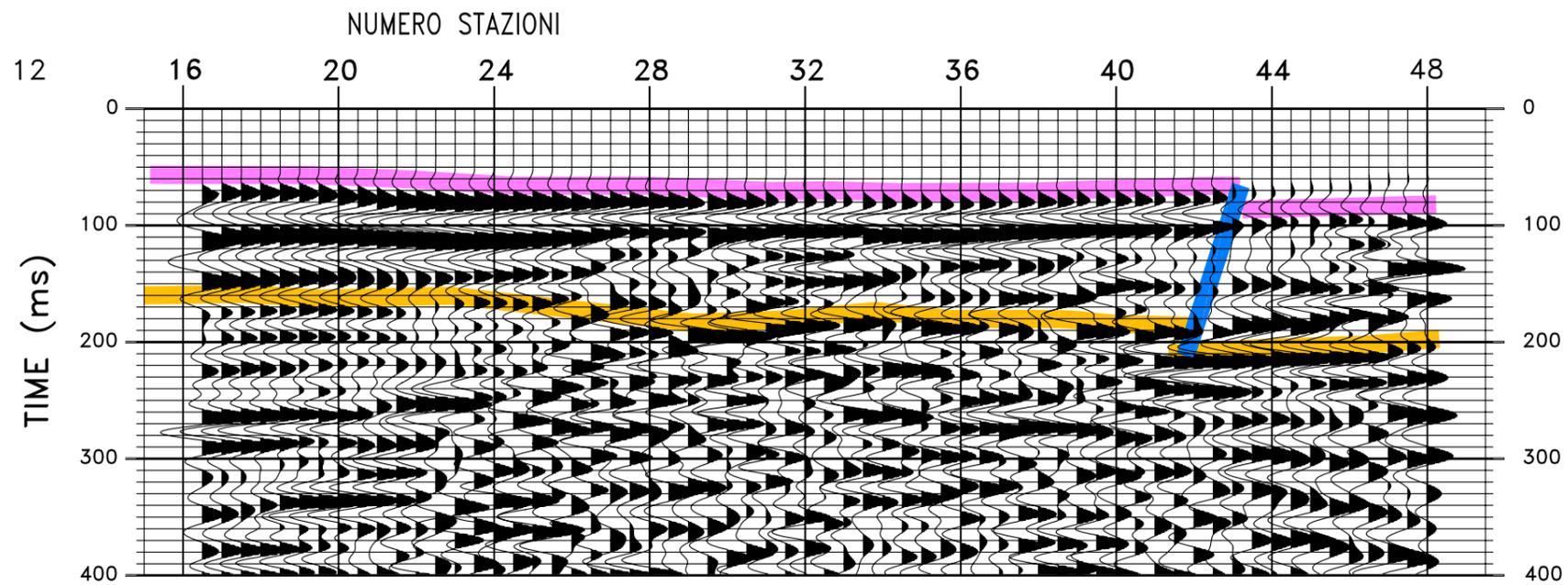


PROFILO 2
SISMOGRAMMI A 24 TRACCE UTILIZZATI
PER L'ANALISI IN COMMON MID POINT

Stazioni sorgente sismica

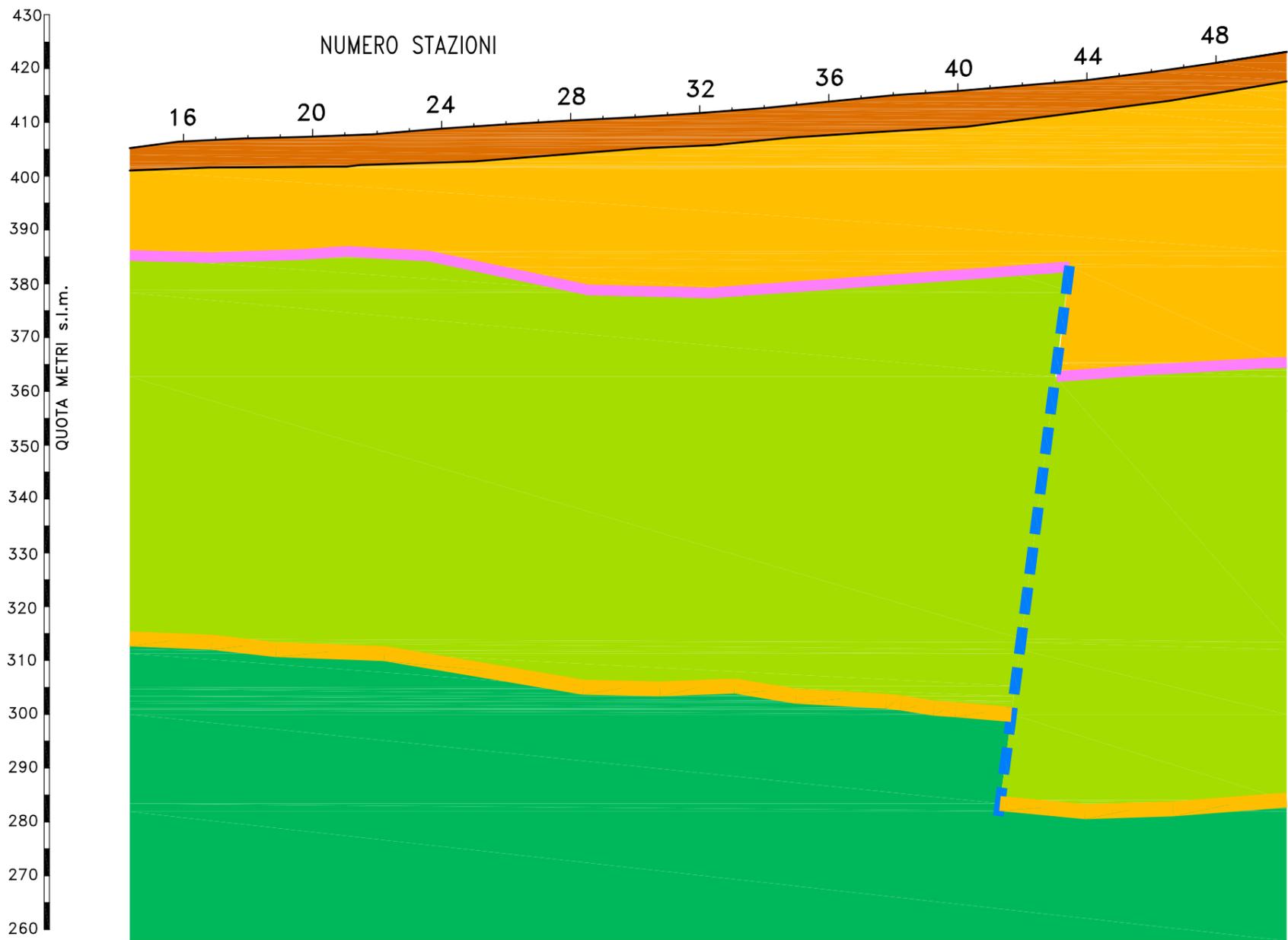


ANALISI PROSPEZIONE
SISMICA A RIFLESSIONE
PROFILO 1



SEZIONE TEMPO

TIME (ms)

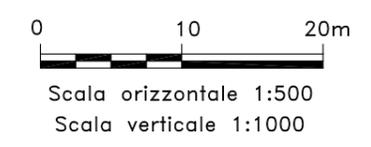


SEZIONE PROFONDITA'

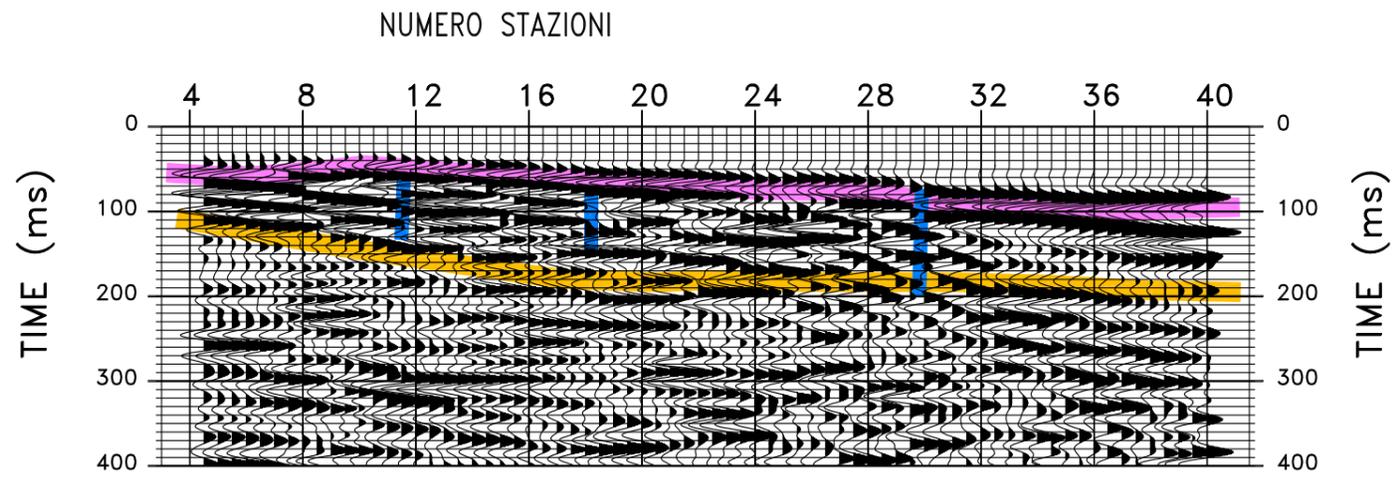
dati estrapolati anche dall'indagine di sismica a rifrazione

LEGENDA

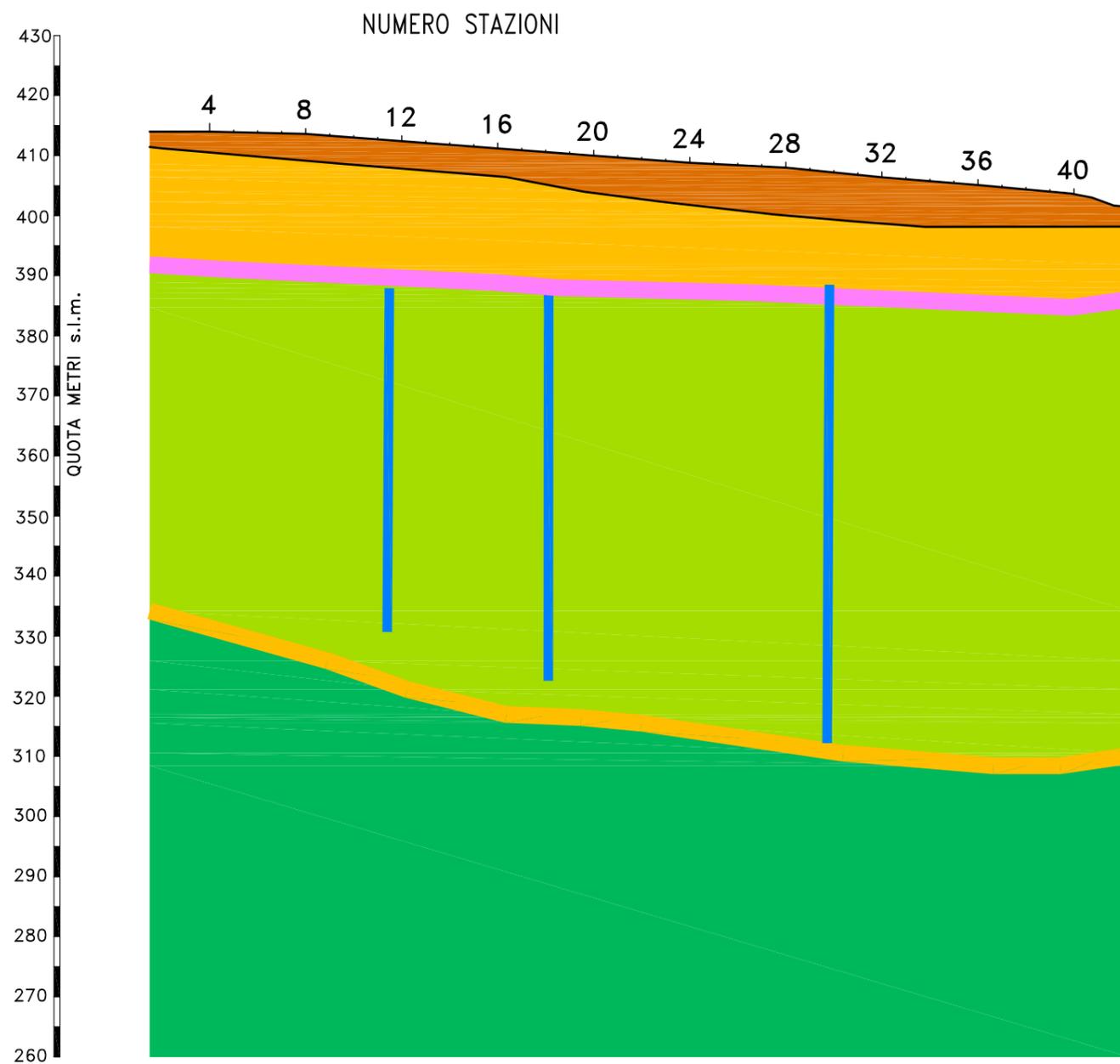
- 40 | Numero stazioni
- Strati riflettenti
- Discontinuità verticale
- Sismostrato $V_p=670$ m/s $V_{sh}=360$ m/s
- Sismostrato $V_p=1620$ m/s $V_{sh}=560$ m/s
- Sismostrato $V_p=3260$ m/s $V_{sh}=1710$ m/s
- Substrato $V_p>3260$ m/s



ANALISI PROSPEZIONE
SISMICA A RIFLESSIONE
PROFILO 2



SEZIONE TEMPO



SEZIONE PROFONDITA'

dati estrapolati anche dall'indagine
di sismica a rifrazione

LEGENDA

- 40
| Numero stazioni
- Strati riflettenti
- Discontinuità verticale
- Sismostrato $V_p=670$ m/s $V_{sh}=360$ m/s
- Sismostrato $V_p=1620$ m/s $V_{sh}=560$ m/s
- Sismostrato $V_p=3260$ m/s $V_{sh}=1710$ m/s
- Substrato $V_p > 3260$ m/s

0 10 20m

Scala orizzontale 1:500
Scala verticale 1:1000