

Invaso a uso plurimo e rete per l'innevamento programmato Area di Ciamporino

Permesso di Costruire: Invaso a uso plurimo e rete per l'innevamento programmato

Proponente:



San Domenico Ski srl
Frazione S. Domenico, 28868 Varzo
Franco Malagoni, Amministratore Unico

Progetto:



ing. F. Belmondo



ing. P. Cavaglià

Consulenze specialistiche:

ing. Antonio Pierro
Procedure ambientali, paesaggio

HYDRODATA, ing. Luca Dutto, ing. Irene Marini
Analisi idrologiche e idrauliche

geol. Francesco D'Elia
Geologia

dott. for. Paolo Terzolo, dott.ssa Chiara Casella
Aspetti agronomici e vegetazionali

Istituto OIKOS, dott. Eugenio Carlini, dott.ssa Chiara de Franceschi
Aspetti agronomici e vegetazionali

ENVIA -dott. Stefano Roletti
Aspetti acustici

STA Associati, dott. geom. Gianluca Apolloni
Consulenza espropri ed usi civici

Dott.ssa Paola Comba
Consulenza archeologica

versione	data	ELABORATO A CURA DI
01	ottobre 2023	Prima emissione - Dott. Geol. F. D'Elia
02		
03		

TITOLO ELABORATO:

NUMERO ELABORATO:

STUDIO GEOFISICO A CORREDO
DELL'INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA,
redatto dalla Società EGG S.r.l.

4.4

SCALA:



EEG

C112/2023

**San Domenico Ski srl
Frazione San Domenico – Varzo (VB)**

**STUDIO GEOLOGICO D'ELIA
Mergozzo (VB)**

***Studio geofisico a corredo dell'indagine geologico –
tecnica, idrogeologica e valanghiva propedeutica alla
realizzazione di un bacino artificiale di accumulo
d'acqua ad uso plurimo e rete per l'innevamento
programmato nel comprensorio di Ciamporino - Dosso***

**INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE
TOMOGRAFICA 2D E "M.A.S.W." FINALIZZATA
ALLO STUDIO DEL BEDROCK ED ALLE
CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI
TERRENI**

Agosto 2023

EEG Geophysics – Servizi di geofisica applicata

Cso di Pta Romana, 83 – 20122 Milano
Tel: 0331-1831589 cell: 335-5826866

e-mail: dati@retegeofisica.it

1 PREMESSA

Il giorno 2 Agosto 2023 è stata realizzata un'indagine geofisica a corredo dell'indagine geologico tecnica, idrogeologica e valanghiva realizzata dalla committenza, lo studio geologico d'Elia, con sede a Mergozzo (VB).

Lo studio nasce dall'esigenza di realizzare, da parte di "San Domenico Ski SRL", un bacino artificiale di accumulo d'acqua ad uso plurimo, a supporto dell'attività turistica del comprensorio di Ciamporino – Dosso (VB), nonché alla realizzazione di una nuova pista da sci (rifacimento di un vecchio tracciato sciabile attualmente non in uso).

Lo studio geofisico prevedeva la realizzazione di tre stendimenti di sismica a rifrazione tomografica 2D e quattro MASW, sui terreni dove verrà realizzato il bacino artificiale sopra citato.

L'obiettivo dell'indagine era duplice:

- Mediante la sismica a rifrazione tomografica 2D, si ricostruisce la stratigrafia di velocità dell'onda V_p dei terreni. L'opportuna interpretazione consente lo studio dei terreni dal punto di vista meccanico, la stima della potenza delle coperture, l'andamento e la profondità del bedrock.
- Mediante la sismica MASW, si sfrutta la proprietà dispersiva delle Onde di Superficie per ottenere la stratigrafia V_s dei terreni ed il modulo di taglio "G", quindi si caratterizzano dal punto di vista geomeccanico le unità litologiche.



Foto 1 – Preparativi e posa cavi sismici durante l'acquisizione della Stesa R1

2 INDAGINI EFFETTUATE



Foto 2 – Posizionamento dei cavi sismici e collegamento con i geofoni

Sono state acquisite tre sezioni sismiche: la prima sezione (**R1-R2**) è costituita da un Roll Along di due sezioni sismiche, con ricopertura del 50% ed è orientata lungo l'asse maggiore dell'invaso in progetto; la seconda sezione (**R3**) e la terza sezione (**R4**) sono poste ortogonalmente alla prima, come visibile nell'allegato di Ubicazione 1. Le MASW ricalcano esattamente i profili di sismica a rifrazione.

Le stese di sismica a rifrazione presentano ciascuna la seguente configurazione di acquisizione:

R1-R2: 115 metri di lunghezza e 24 geofoni verticali posti ad interdistanza di 5 metri ciascuna, con ricopertura del 50 %, per complessivi 175 metri. Ciascuna stesa è stata energizzata mediante mazza battente su piastra di alluminio, eseguendo 7 battute (shot) in linea esternamente ed internamente allo stendimento, in configurazione simmetrica.

R3 e R4: 92 metri di lunghezza e 24 geofoni verticali posti ad interdistanza di 4 metri ciascuna. Ciascuna stesa è stata energizzata mediante mazza battente su piastra di alluminio, eseguendo 7 battute (shot) in linea esternamente ed internamente allo stendimento, in configurazione simmetrica

Le MASW (da **M1 ad M4**) ricalcano le stese di sismica a rifrazione e sono state energizzate con numerosi shot esternamente gli stendimenti, a 10 metri dal geofono 1 / 24.



Foto 3 (sopra) - Stesa R1 – Preparativi

Foto 4 (sotto) - Sismogramma: Shot “Centrale – diretto”, fra il geofono 6 e 7

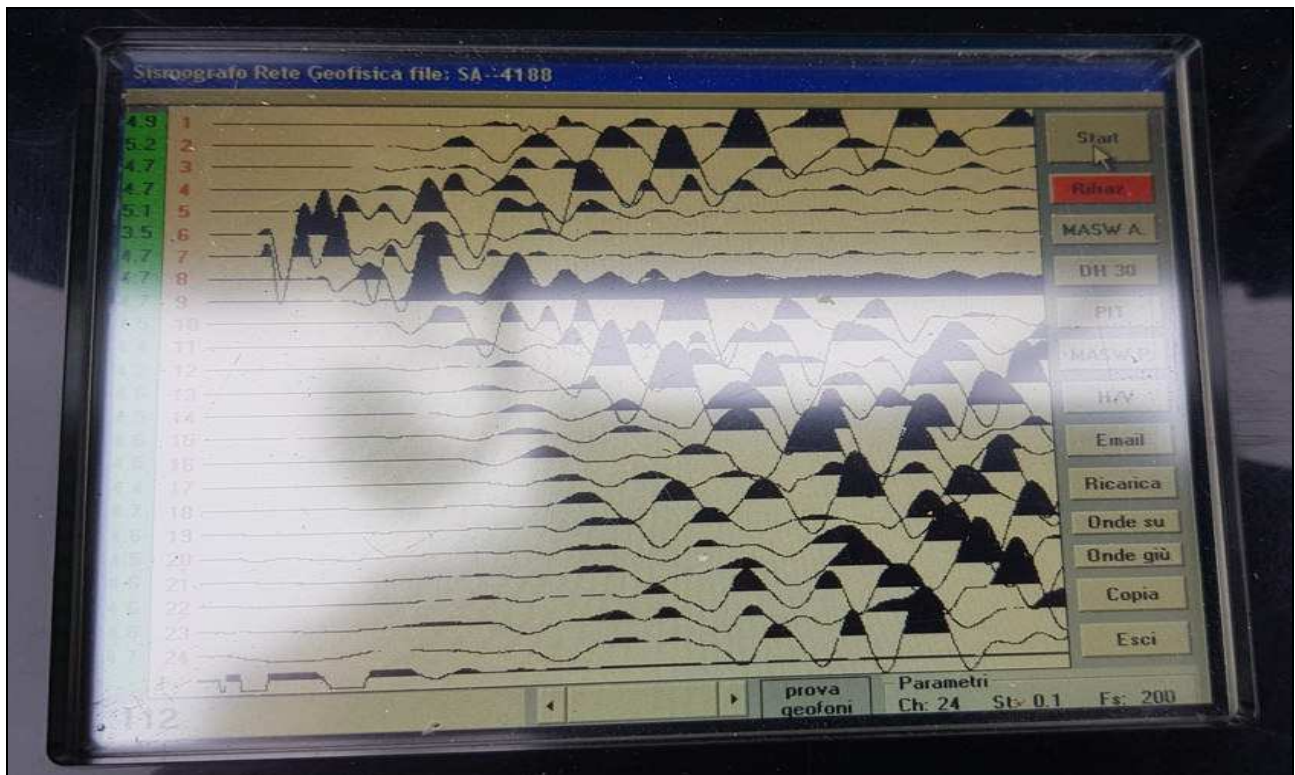




Foto 5 – Stesa R2. In primo piano è visibile il sismografo, al centro della stesa, fra il geofono 12 ed il geofono 13

Foto 6 – Stesa R3. In primo piano è visibile il sismografo, al centro della stesa, fra il geofono 12 ed il geofono 13

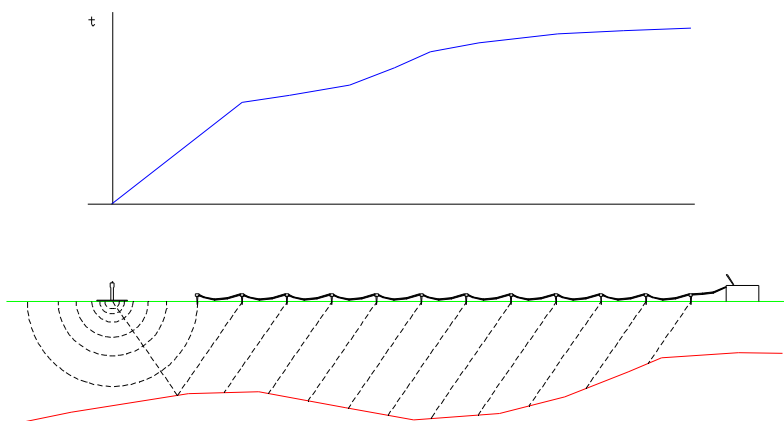


3 INDAGINI GEOSISMICHE A RIFRAZIONE

Le indagini geosismiche si avvalgono del metodo sismico a rifrazione, che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) e talvolta trasversali (onde S) nel sottosuolo.

Tali onde vengono generate, e si propagano nel terreno, ogni qualvolta quest'ultimo venga sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale che artificiale (esplosioni, mazze battenti, ecc.).

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione, consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di sparo), in corrispondenza di una molteplicità di punti disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni). Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni e la compattezza dei terreni da queste attraversati.



Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla probabile composizione litologica di massa dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità a cui si trova la roccia di fondo ("bedrock"), alla sua forma e talora, in terreni alluvionali, alla profondità della falda freatica.

L'elaborazione dei dati sismici con un completo modello matematico bidimensionale appoggiato da procedure iterative, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocità attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di scoppio e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, vengono ricavate le dromocrone (curve tempi-distanze), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione.

Questa procedura di tipo "classico" viene seguita per fornire un modello di velocità iniziale alla procedura di iterazione tomografica. Per questa parte di procedura interpretativa l'algoritmo utilizzato dal programma di calcolo è stato pubblicato nel 1986 da Derek Palmer in un articolo dal titolo "The Generalized Reciprocal Methods of Seismic Refraction Interpretation" (Society of Exploration Geophysicists)

3.2 Unità di acquisizione dati

Per registrare simultaneamente gli impulsi sismici rilevati dai geofoni è necessario l'utilizzo di una strumentazione elettronica multicanale, a bassissimo rumore interno, ad alta velocità di campionamento, dotata di supporto magnetico per la registrazione dei dati ottenuti dopo opportuna amplificazione filtraggio e conversione analogico/digitale. A questo scopo è stato utilizzato un sismografo EEG BR24 a 24 canali.

3.3 Apparato di ricezione



Per registrare le vibrazioni del terreno vengono utilizzati 24 geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile con frequenza caratteristica di 4.5 Hz, che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno. Questi ricevitori erano collegati al sismografo tramite degli appositi cavi multipolari.

3.4 Apparato di energizzazione

Per generare le onde sismiche si utilizza un' apposita mazza battente. L'impulso di sparo viene trasmesso immediatamente al sismografo per consentire una registrazione sincronizzata al tempo 0.

La sezione sismica è costituita da geofoni allineati a passo costante; Le energizzazioni sono molteplici ed allineate ad i geofoni in punti simmetrici fra loro.

3.5 Acquisizione dei dati

L'acquisizione di dati avviene dopo le opportune verifiche di corretto funzionamento della strumentazione e del circuito di time-break (tempo 0).

La procedura elaborativa è sinteticamente descrivibile nei passi seguenti.

- Trasferimento dei sismogrammi al programma di prelevamento dei tempi di primo arrivo
- Emissione delle dromocrone misurate sia in forma grafica che in forma leggibile dal programma di elaborazione tradizionale basato su l'algoritmo GRM (Generalized Reciprocal Method).
- Immissione dei valori delle quote dei geofoni e degli spari nel programma di interpretazione GRM e lettura delle dromocrone misurate.
- Elaborazione dei dati e interpretazione tradizionale.
- Emissione delle sezioni interpretate riportanti le interfacce fra strati di diversa velocità sismica e i valori stessi di velocità. Si noti che le velocità sismiche attribuite a ciascun strato sono caratterizzate da un gradiente nullo in direzione verticale (sono costanti in verticale per ciascuno strato). Vi è una utile possibilità di modellizzare con la procedura GRM delle variazioni orizzontali di velocità che comunque risultano discrete e non continue.
- Emissione di un file riportante l'ubicazione e la quota di ciascun punto di sparo e di ciascun geofono, leggibile dal programma di iterazione tomografica e di ray-tracing (tracciamento dei percorsi dei raggi sismici).
- Emissione del modello bidimensionale del terreno ricavato dalla procedura GRM sotto forma di una matrice a celle di dimensione definibile (inferiori al metro), adatta ad essere letta dal programma di ray-tracing e di elaborazione tomografica. L'interpretazione GRM viene quindi a fornire il modello iniziale delle velocità del terreno, necessario ad attivare le iterazioni del completo modello matematico bidimensionale (modellizzazione tomografica). Il terreno viene quindi suddiviso in celle di dimensione minima, ciascuna dotata di una diversa velocità sismica e ciascuna pronta a venir modificata dalla procedura di iterazione tomografica allo scopo di ridurre al minimo l'errore fra le dromocrone calcolate in base al modello di terreno e quelle effettivamente misurate durante la prospezione.
- Il file contenente le ubicazioni e le quote viene letto dal programma tomografico assieme al file contenente la matrice di velocità e la procedura di ray-tracing e di controllo viene attivata.
- Per prima cosa viene controllata la correttezza delle ubicazioni dei sensori e degli spari e quindi vengono visionati i percorsi dei raggi sismici e valutato il primo "fitting" con i dati misurati, allo scopo di iniziare la procedura tomografica senza la presenza di errori sistematici previamente correggibili.
- Lo scopo della procedura iterativa tomografica è quello di ridurre l'errore fra i tempi delle dromocrone calcolate in base al modello rispetto a quelle effettivamente misurate. Questo avviene per approssimazioni successive (iterazioni) controllate dall'operatore al quale è possibile intervenire nella scelta di molti coefficienti che influenzano il calcolo come anche nella scelta della procedura stessa che viene utilizzata per realizzare la minimizzazione degli errori.

- Il risultato finale sarà una matrice rappresentativa del terreno indagato costituita da celle ciascuna caratterizzata da una velocità sismica e tale complessivamente da presentare un errore minimo se utilizzata nella procedura di tracciamento dei raggi sismici.
- Questa matrice viene visualizzata tramite un opportuno programma di contouring utilizzando, se ritenuto necessario, diversi colori per diverse velocità.

4 ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.



L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di

dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

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

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali.



Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

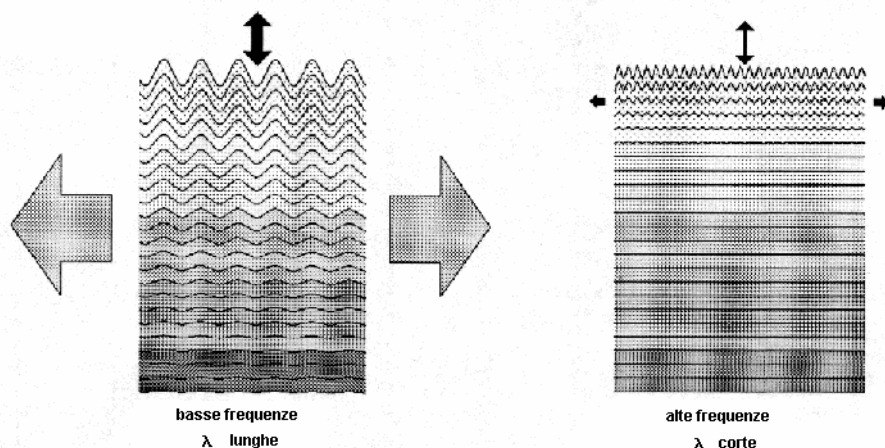
Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte

del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz).



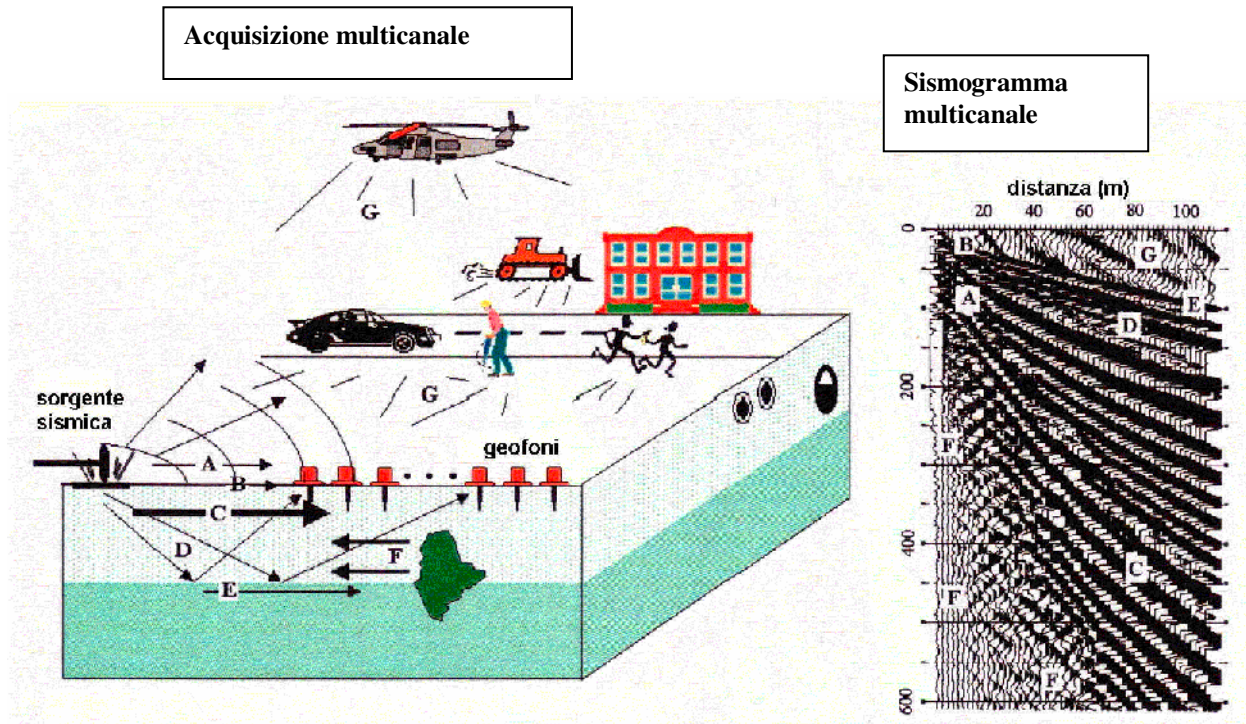
L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

STRUMENTAZIONE

La strumentazione utilizzata è costituita da :

- un sismografo EEG BR24 24 canali
- 24 geofoni a 4.5Hz
- fucile sismico o una mazza da 6 Kg

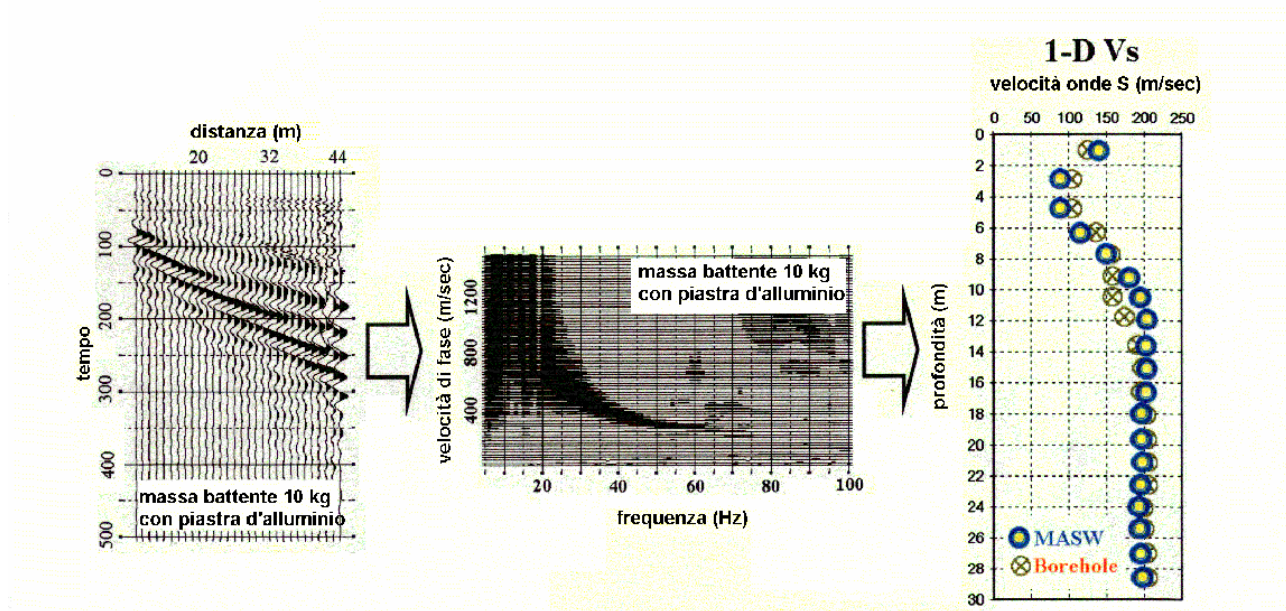
VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE



- | | |
|-----------------------|----------------------|
| A: onde in aria | E: onde rifratte |
| B: onde dirette | F: onde riverberate |
| C: onde di superficie | G: rumore ambientale |
| D: onde riflesse | |

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

5 RISULTATI

In **All. 1** sono visibili le ubicazioni delle indagini geofisiche. Per ciascuna sezione sono indicati il nome e la posizione del primo e dell'ultimo geofono.

In **All. da 2/a e 2/c** sono riportati l'elaborazione ed i risultati di ciascuna sezione di sismica a rifrazione tomografica.

In ciascuna tavola sono visibili in alto le dromocrone misurate durante la prospezione abbinate alle dromocrone calcolate in base al modello di velocità del terreno sottostante. La sovrapposizione fra le dromocrone calcolate e quelle misurate è indice di una buona compatibilità fra la realtà e il modello di velocità proposto.

A fianco sono riportati la sezione verticale del terreno illustrante gli effettivi percorsi dei raggi sismici definiti a seguito dell'ultima iterazione del programma di modellizzazione 2D. Il tracciamento di questi percorsi consente di delimitare con chiarezza le profondità effettivamente indagate punto per punto.

Appena sotto in allegato abbiamo il dettaglio delle velocità sismiche in una rappresentazione a colori; infine l'opportuna delimitazione di queste velocità sismiche consente la realizzazione della sezione interpretativa, in ultima posizione.

Ciascuna sezione sismica, in **scala 1:750**, evidenzia uno strato superficiale lento ($V_p < 500$ m/s) e poco potente, (aerato corticale), retinato in verde. Al di sotto è presente uno strato di potenza variabile dai 5 a 13 metri circa, delimitato con un retino azzurro, (depositi glaciali), caratterizzato da velocità delle onde compressive fino a circa 1200 m/s. Più sotto è presente, in retino rosso, la terza unità sismo-stratigrafica, con velocità comprese fra i 1200 m/s ed i 2000 m/s, associato a calcescisti fratturati / alterati. La potenza è variabile da circa 3 ad 8 metri. Infine al di sotto della terza unità sismo stratigrafica, con velocità maggiore di 2000 m/s, è presente il bedrock, costituito da calcescisti maggiormente integri.

Sulle sezioni sono riportati i sondaggi geognostici (S1 ed S2) ed i punti di incrocio fra le sezioni. I risultati sono congrui e coerenti, sia fra le sezioni, sia con le indagini dirette effettuate.

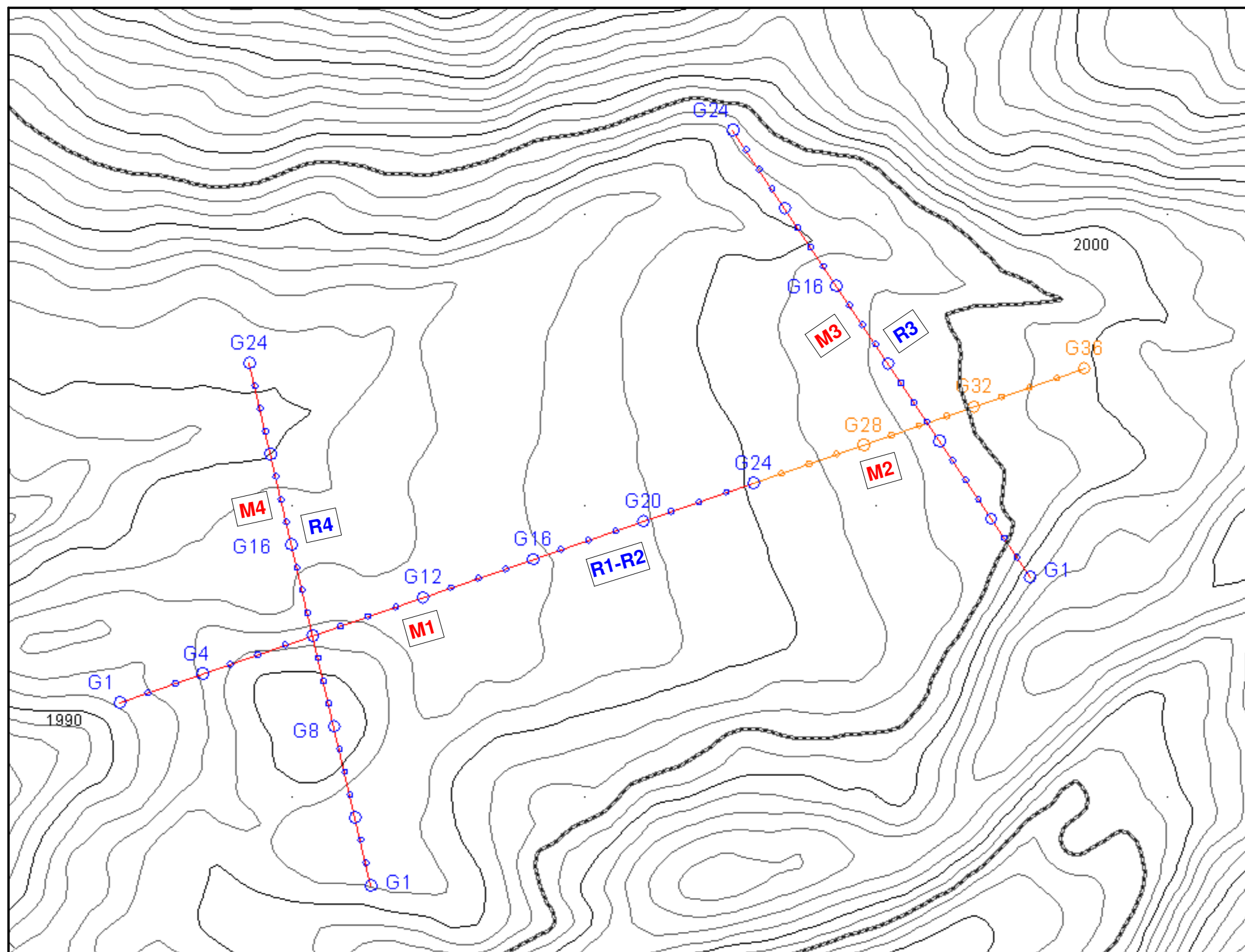
In **All. da 3/a e 3/d** sono visibili i risultati di ciascuna MASW, associata alla relativa sezione sismica a rifrazione. La qualità degli spettri di velocità di fase (overtone) è discreta; su tutti gli spettri si riconoscono più ordini modali, parzialmente interlacciati. Le velocità delle onde S ottenute ed i moduli di taglio sono congrui con quanto ottenuto dalla sismica a rifrazione.

INDICE

1 PREMESSA	1
2 INDAGINI EFFETTUATE	2
3 INDAGINI GEOSISMICHE A RIFRAZIONE	5
4 ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI	9
5 RISULTATI	14

ALLEGATI

AII. 1	UBICAZIONE DELLE INDAGINI
AII. 2/A-2/C	SEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE 2D
AII. 3/A-3/D	ANALISI MASW



LEGENDA

g1 R3 g24

Sezione sismica a Rifrazione 2D
suo nome, ubicazione del
primo e dell'ultimo geofono

g1 M1 g24

Sezione sismica M.A.S.W.
suo nome, ubicazione del
primo e dell'ultimo geofono

INDAGINE GEOFISICA

Località: AREA DI CIAMPORINO (VB)

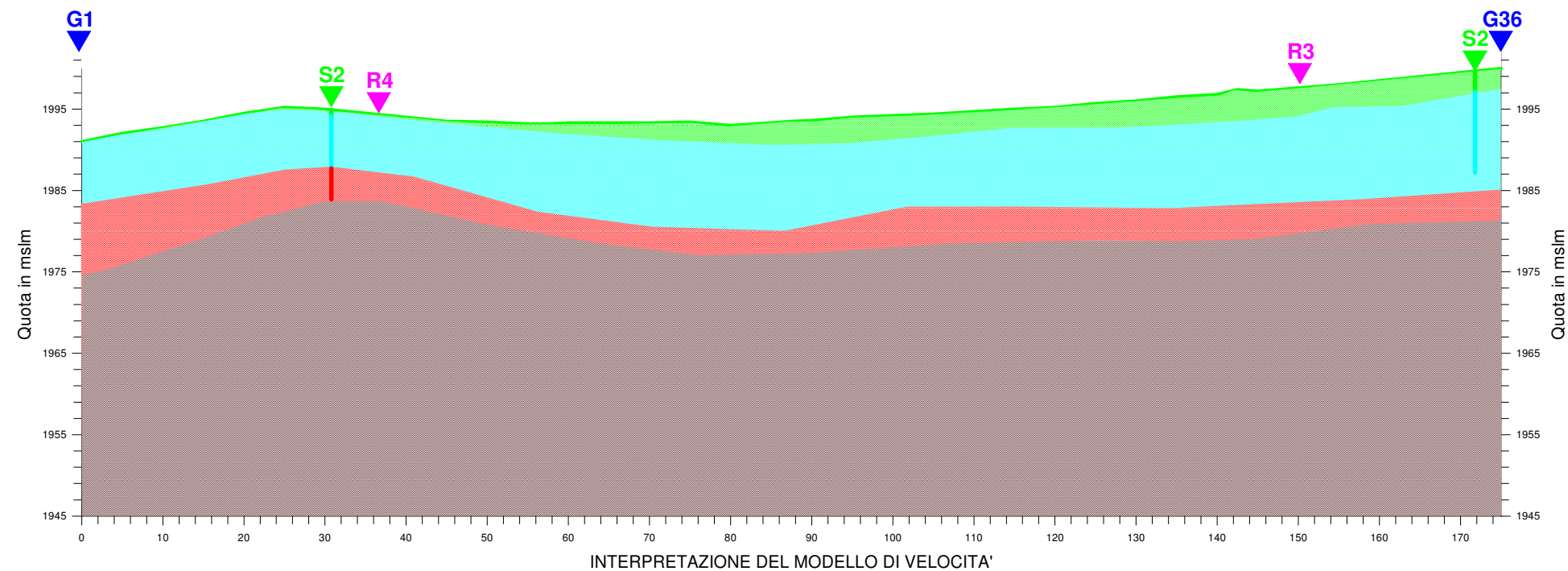
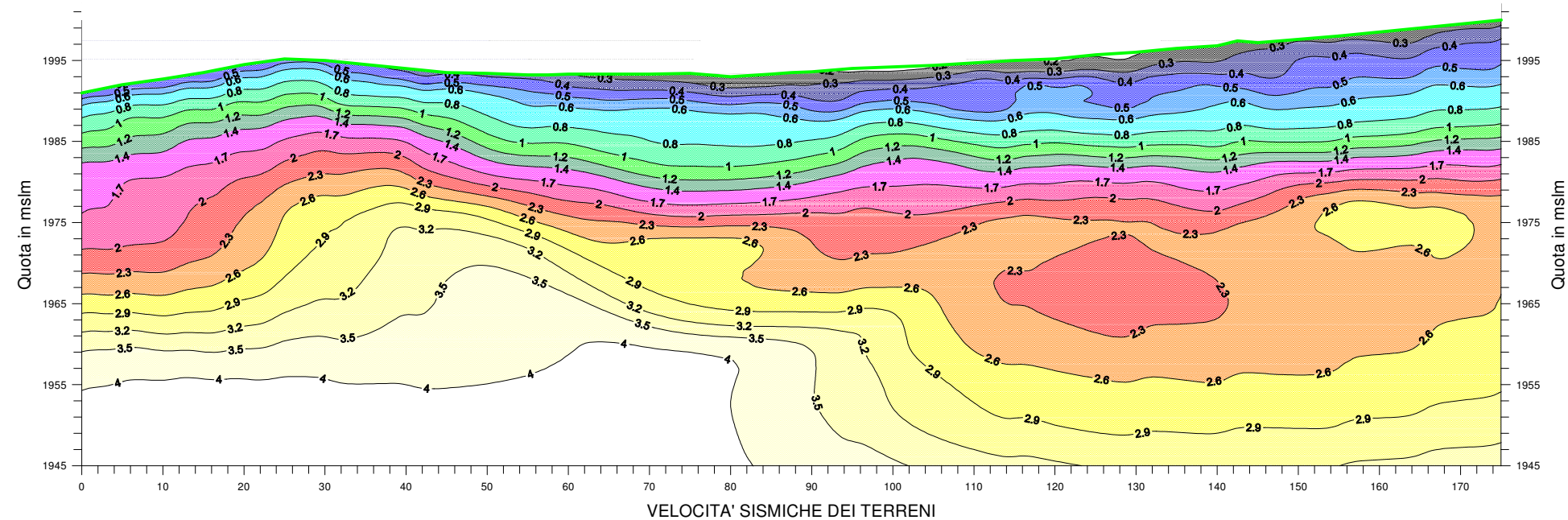
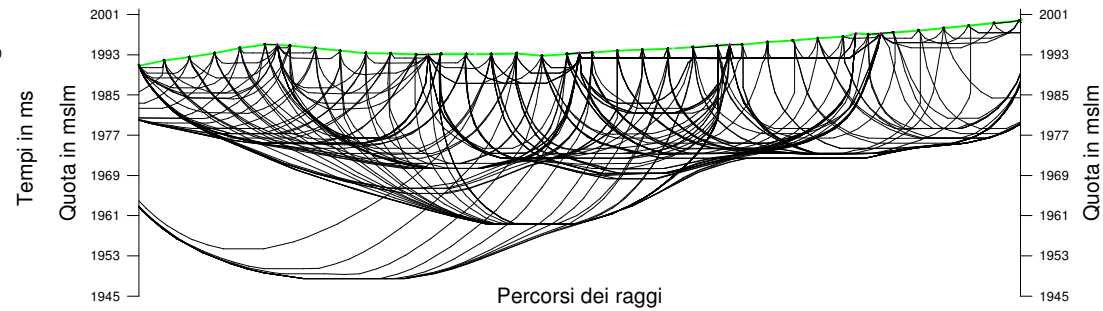
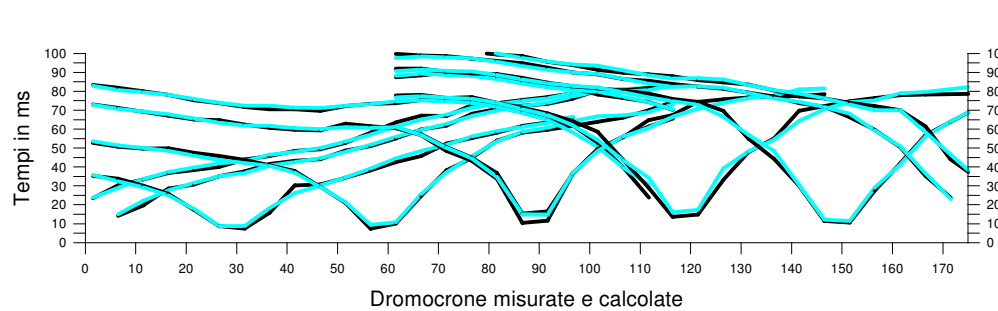
INVASO AD USO PLURIMO

Sismica a Rifrazione Tomografica 2D e MASW

UBICAZIONE DELLE INDAGINI

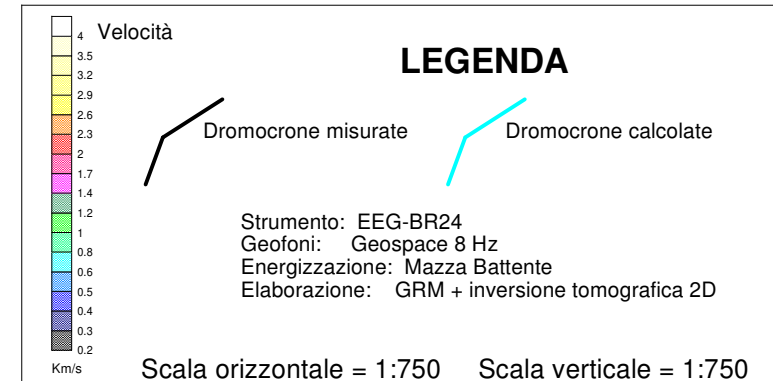
All. 1

Agosto 2023



LEGENDA Aerato Copertura Glaciale Calcescisti Alterati / fratturati Calcescisti integri

File with raypaths: b.ray											
Number of data: 262											
RMS residual: 1.534863											
RMS relative residual(%): 5.316172											
#	Source	Receiver	T obs.:	T calc.:	T - T0	Resid.:					
1	-12.000	1989.000	0.000	0.000	1991.000	0.000	21.200	21.513	-0.313	-1.456	
6	-12.000	1989.000	0.000	25.000	1995.200	0.000	37.800	39.567	-1.767	-4.466	
11	-12.000	1989.000	0.000	50.000	1993.400	0.000	50.400	51.055	-0.655	-1.282	
16	-12.000	1989.000	0.000	75.000	1993.400	0.000	70.400	69.049	1.351	1.957	
21	-12.000	1989.000	0.000	100.000	1994.200	0.000	77.600	78.941	-1.341	-1.698	
26	0.000	1991.000	0.000	5.000	1992.000	0.000	11.800	19.805	-8.005	-12.145	
31	0.000	1991.000	0.000	30.000	1995.000	0.000	35.400	38.390	-2.990	2.110	
36	0.000	1991.000	0.000	55.000	1993.200	0.000	48.800	53.642	-4.842	-1.570	
41	0.000	1991.000	0.000	80.000	1993.000	0.000	68.400	69.817	-1.417	0.262	
46	0.000	1991.000	0.000	105.000	1994.400	0.000	78.200	78.359	-0.159	1.584	
51	27.500	1995.100	0.000	10.000	1992.700	0.000	27.800	22.630	5.170	4.286	
56	27.500	1995.100	0.000	35.000	1994.500	0.000	13.400	23.918	-10.518	17.068	
61	27.500	1995.100	0.000	60.000	1993.300	0.000	40.200	46.121	-5.921	-5.900	
66	27.500	1995.100	0.000	85.000	1993.300	0.000	59.400	60.877	-1.477	0.531	
71	57.500	1993.200	0.000	10.000	1992.700	0.000	47.400	46.171	1.229	3.094	
76	57.500	1993.200	0.000	35.000	1994.500	0.000	38.600	34.645	3.955	2.757	
81	57.500	1993.200	0.000	60.000	1993.300	0.000	7.800	23.361	-15.561	-4.114	
86	57.500	1993.200	0.000	85.000	1993.300	0.000	55.800	58.462	-2.662	-1.816	
91	57.500	1993.200	0.000	110.000	1994.700	0.000	67.600	70.767	-3.167	2.025	
96	87.500	1993.500	0.000	15.000	1993.500	0.000	64.800	63.222	1.578	-0.667	
101	87.500	1993.500	0.000	40.000	1994.000	0.000	57.400	57.798	-0.398	-1.381	
106	87.500	1993.500	0.000	65.000	1993.300	0.000	54.400	47.978	6.422	-3.707	
111	87.500	1993.500	0.000	90.000	1993.600	0.000	9.400	34.416	-25.016	-1.209	
116	87.500	1993.500	0.000	115.000	1995.000	0.000	63.200	80.535	-17.335	0.577	
121	115.000	1995.000	0.000	20.000	1994.500	0.000	73.000	71.565	1.435	-0.230	
126	115.000	1995.000	0.000	45.000	1993.500	0.000	67.400	70.103	-2.703	-0.433	
131	115.000	1995.000	0.000	70.000	1993.300	0.000	72.600	71.664	0.936	0.469	
136	115.000	1995.000	0.000	95.000	1994.000	0.000	59.800	48.175	11.625	4.620	
141	142.500	1997.400	0.000	60.000	1993.300	0.000	85.200	86.306	-1.106	1.267	
146	142.500	1997.400	0.000	85.000	1993.300	0.000	82.800	78.309	4.491	1.137	
151	142.500	1997.400	0.000	110.000	1994.700	0.000	72.000	58.740	13.260	-0.920	
156	87.500	1993.500	0.000	75.000	1993.400	0.000	42.600	12.703	29.897	2.339	
161	87.500	1993.500	0.000	100.000	1994.200	0.000	47.200	58.332	-11.132	6.974	
166	87.500	1993.500	0.000	125.000	1995.700	0.000	73.400	75.511	-2.111	-0.412	
171	117.500	1995.100	0.000	60.000	1993.300	0.000	75.400	74.338	1.062	-0.186	
176	117.500	1995.100	0.000	85.000	1993.300	0.000	69.000	59.807	9.193	3.667	
181	117.500	1995.100	0.000	110.000	1994.700	0.000	26.800	15.104	11.696	-16.577	
186	117.500	1995.100	0.000	135.000	1996.500	0.000	52.600	68.348	-15.748	2.124	
191	117.500	1995.100	0.000	160.000	1998.500	0.000	75.600	80.425	-4.825	-5.005	
196	147.500	1997.400	0.000	70.000	1993.300	0.000	88.000	86.299	1.701	0.581	
201	147.500	1997.400	0.000	95.000	1994.000	0.000	80.400	77.167	3.233	1.080	
206	147.500	1997.400	0.000	120.000	1995.200	0.000	72.000	54.682	17.318	-3.807	
211	147.500	1997.400	0.000	145.000	1997.200	0.000	9.200	26.827	-17.627	-6.810	
216	147.500	1997.400	0.000	170.000	1999.500	0.000	61.400	95.203	-33.803	2.307	
221	175.000	2000.000	0.000	75.000	1993.400	0.000	95.000	91.001	3.999	1.757	
226	175.000	2000.000	0.000	100.000	1994.200	0.000	86.600	81.783	4.817	1.732	
231	175.000	2000.000	0.000	125.000	1995.700	0.000	79.000	73.924	5.076	1.456	
236	175.000	2000.000	0.000	150.000	1997.600	0.000	64.000	48.670	15.330	-0.966	
241	175.000	2000.000	0.000	175.000	2000.000	0.000	12.600	99.837	-87.237	0.564	
246	185.000	2001.000	0.000	80.000	1993.000	0.000	97.200	91.949	5.251	-0.379	
251	185.000	2001.000	0.000	105.000	1994.400	0.000	87.400	84.649	2.751	-1.239	
256	185.000	2001.000	0.000	130.000	1996.000	0.000	81.200	73.965	7.235	0.048	
261	185.000	2001.000	0.000	155.000	1998.000	0.000	69.800	44.303	25.497	-5.650	



INDAGINE GEOFISICA

Località: AREA DI CIAMPORINO (VB)

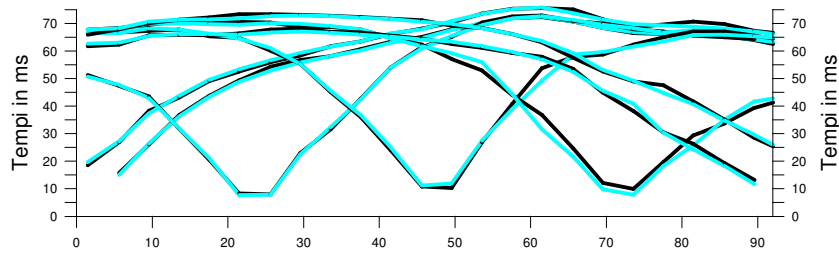
INVASO AD USO PLURIMO

Rifrazione Sismica - Studio del bedrock

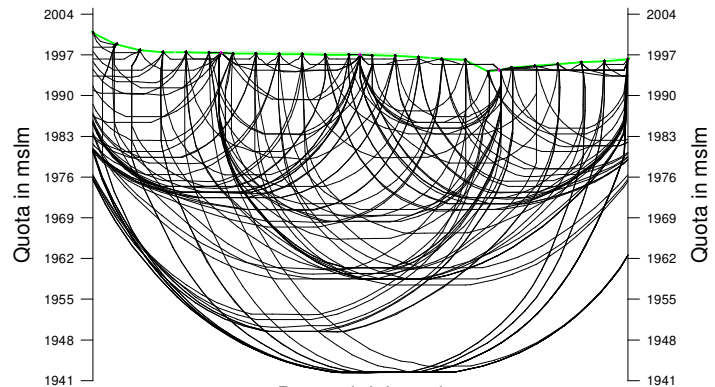
SEZIONI SISMICHE
SEZIONE R1

All.2/a

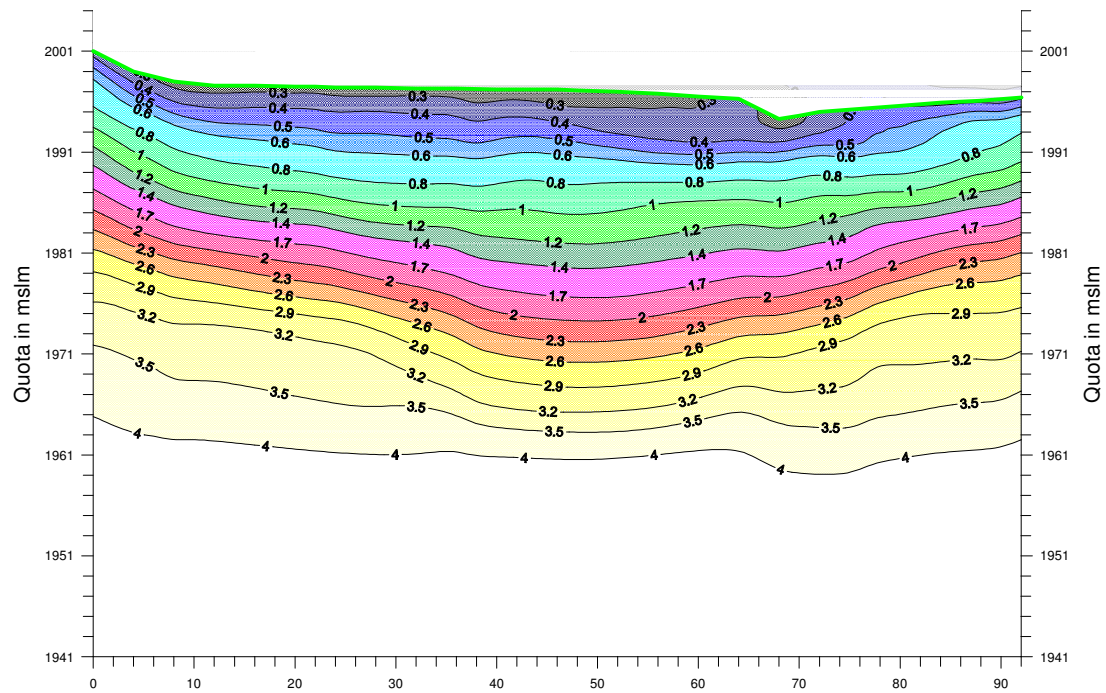
Agosto 2023



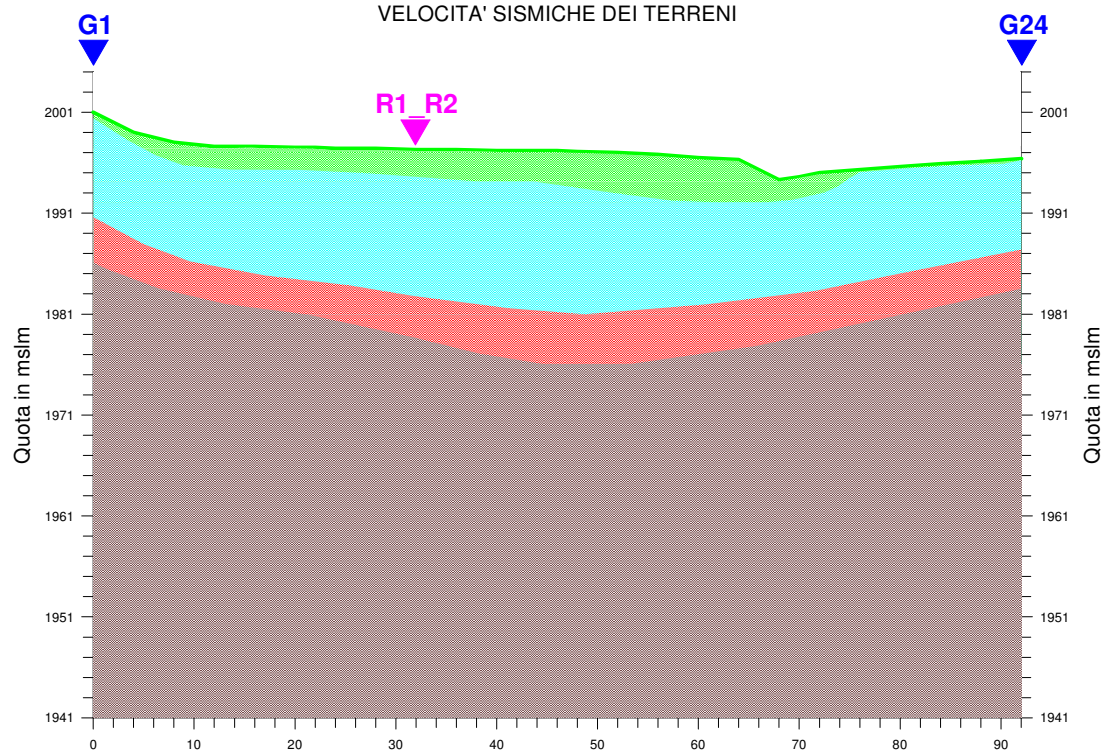
Dromocrone misurate e calcolate



Percorsi dei raggi



VELOCITA' SISMICHE DEI TERRENI



INTERPRETAZIONE DEL MODELLO DI VELOCITA'

LEGENDA



Aerato



Copertura Glaciale



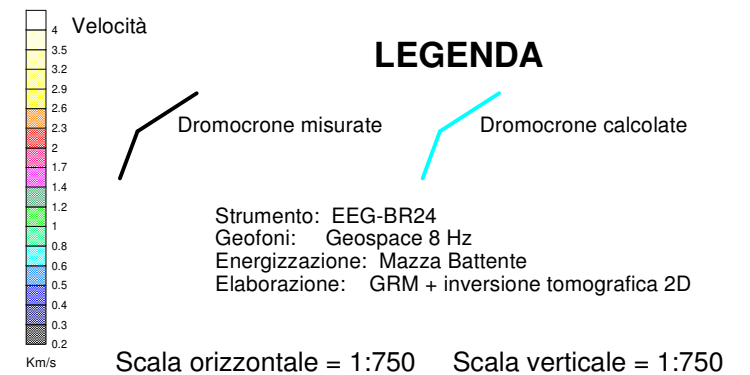
Calcescisti Alterati / fratturati



Calcescisti integri

File with raypaths: b.ray
Number of data: 163
RMS residual: 1.137263
RMS relative residual(%): 4.753480

#	Source	Receiver	T obs	T calc	T - To	Resid.
1	-8.000 2004.000	0.000 0.000 2001.000	0.000	17.600	18.809	-1.209 -6.430
3	-8.000 2004.000	0.000 8.000 1998.000	0.000	37.400	36.401	0.999 2.745
6	-8.000 2004.000	0.000 20.000 1997.500	0.000	51.600	52.392	-0.792 -1.511
9	-8.000 2004.000	0.000 32.000 1997.300	0.000	60.800	60.628	0.172 0.284
11	-8.000 2004.000	0.000 40.000 1997.200	0.000	65.200	65.418	-0.218 -0.334
14	-8.000 2004.000	0.000 52.000 1997.000	0.000	72.600	72.562	0.038 0.053
17	-8.000 2004.000	0.000 64.000 1996.300	0.000	74.200	72.760	1.440 1.979
19	-8.000 2004.000	0.000 72.000 1995.000	0.000	67.600	68.826	-1.226 -1.781
22	-8.000 2004.000	0.000 86.000 1996.100	0.000	66.400	66.113	0.287 0.434
25	0.000 2001.000	0.000 4.000 1999.000	0.000	14.800	25.468	-10.668 -1.050
27	0.000 2001.000	0.000 12.000 1997.600	0.000	35.800	42.455	-6.655 0.812
30	0.000 2001.000	0.000 24.000 1997.400	0.000	53.400	54.917	-1.517 1.609
33	0.000 2001.000	0.000 36.000 1997.300	0.000	59.800	62.121	-2.321 0.450
36	0.000 2001.000	0.000 48.000 1997.100	0.000	67.000	69.305	-2.305 -1.017
38	0.000 2001.000	0.000 56.000 1996.800	0.000	71.000	71.595	-0.595 -0.273
41	0.000 2001.000	0.000 68.000 1994.300	0.000	67.400	65.908	1.492 -0.467
44	0.000 2001.000	0.000 84.000 1995.900	0.000	64.600	63.202	1.398 -0.320
46	0.000 2001.000	0.000 92.000 1996.400	0.000	60.800	49.762	11.038 1.282
49	22.000 1997.500	0.000 8.000 1998.000	0.000	42.600	30.933	11.667 -0.430
52	22.000 1997.500	0.000 20.000 1997.500	0.000	7.400	6.966	0.434 0.486
55	22.000 1997.500	0.000 32.000 1997.300	0.000	30.600	41.539	-10.939 0.627
57	22.000 1997.500	0.000 40.000 1997.200	0.000	53.000	60.013	-7.013 0.644
60	22.000 1997.500	0.000 52.000 1997.000	0.000	69.400	70.942	-1.542 0.928
63	22.000 1997.500	0.000 64.000 1996.300	0.000	70.000	68.547	1.453 0.660
65	22.000 1997.500	0.000 72.000 1995.000	0.000	67.000	65.773	1.227 0.649
68	22.000 1997.500	0.000 84.000 1995.900	0.000	64.000	65.442	-1.442 -3.120
71	46.000 1997.200	0.000 4.000 1999.000	0.000	65.800	67.320	-1.520 -1.367
73	46.000 1997.200	0.000 12.000 1997.600	0.000	66.800	65.364	1.436 -1.475
76	46.000 1997.200	0.000 24.000 1997.400	0.000	59.200	54.450	4.750 -0.091
79	46.000 1997.200	0.000 36.000 1997.300	0.000	35.200	24.292	10.908 -4.493
82	46.000 1997.200	0.000 48.000 1997.100	0.000	9.400	26.604	-17.204 -2.272
84	46.000 1997.200	0.000 56.000 1996.800	0.000	39.800	48.329	-8.529 9.251
87	46.000 1997.200	0.000 68.000 1994.300	0.000	57.800	60.734	-2.934 1.096
90	46.000 1997.200	0.000 80.000 1995.600	0.000	66.200	65.048	1.152 1.771
92	46.000 1997.200	0.000 88.000 1996.100	0.000	64.600	63.654	0.946 -1.027
95	70.000 1994.600	0.000 4.000 1999.000	0.000	67.400	68.922	-1.522 -0.467
98	70.000 1994.600	0.000 16.000 1997.600	0.000	69.200	68.548	0.652 1.535
100	70.000 1994.600	0.000 24.000 1997.400	0.000	69.400	68.873	0.527 -1.558
103	70.000 1994.600	0.000 36.000 1997.300	0.000	66.800	63.650	3.150 0.236
106	70.000 1994.600	0.000 48.000 1997.100	0.000	56.200	54.964	1.236 -5.392
109	70.000 1994.600	0.000 60.000 1996.500	0.000	36.000	20.755	15.245 14.672
111	70.000 1994.600	0.000 68.000 1994.300	0.000	11.200	6.868	4.332 31.046
114	70.000 1994.600	0.000 80.000 1995.600	0.000	28.400	34.229	-5.829 -4.173
117	70.000 1994.600	0.000 92.000 1996.400	0.000	41.600	61.686	-20.086 -1.436
119	92.000 1996.400	0.000 4.000 1999.000	0.000	61.400	64.514	-3.114 0.443
122	92.000 1996.400	0.000 16.000 1997.600	0.000	64.800	65.049	-0.249 0.540
125	92.000 1996.400	0.000 28.000 1997.400	0.000	67.200	65.693	1.507 0.467
127	92.000 1996.400	0.000 36.000 1997.300	0.000	65.800	64.243	1.557 0.556
130	92.000 1996.400	0.000 48.000 1997.100	0.000	61.600	60.839	0.761 -1.050
133	92.000 1996.400	0.000 60.000 1996.500	0.000	57.000	51.550	5.450 2.036
136	92.000 1996.400	0.000 72.000 1995.000	0.000	37.400	29.467	7.933 0.452
138	92.000 1996.400	0.000 80.000 1995.600	0.000	25.400	17.391	8.009 5.804
141	92.000 1996.400	0.000 92.000 1996.400	0.000	5.400	67.287	-61.887 -0.426
144	102.000 1996.900	0.000 8.000 1998.000	0.000	69.200	70.620	-1.420 0.821
146	102.000 1996.900	0.000 16.000 1997.600	0.000	71.200	71.674	-0.474 1.013
149	102.000 1996.900	0.000 28.000 1997.400	0.000	72.200	71.175	1.025 0.316
152	102.000 1996.900	0.000 40.000 1997.200	0.000	70.800	68.867	1.933 -0.969
154	102.000 1996.900	0.000 48.000 1997.100	0.000	68.200	65.249	2.951 -0.076
157	102.000 1996.900	0.000 60.000 1996.500	0.000	62.200	52.234	9.966 -1.215
160	102.000 1996.900	0.000 72.000 1995.000	0.000	48.000	39.757	8.243 2.624
162	102.000 1996.900	0.000 80.000 1995.600	0.000	40.800	28.589	12.211 -3.460



INDAGINE GEOFISICA

Località: AREA DI CIAMPORINO (VB)

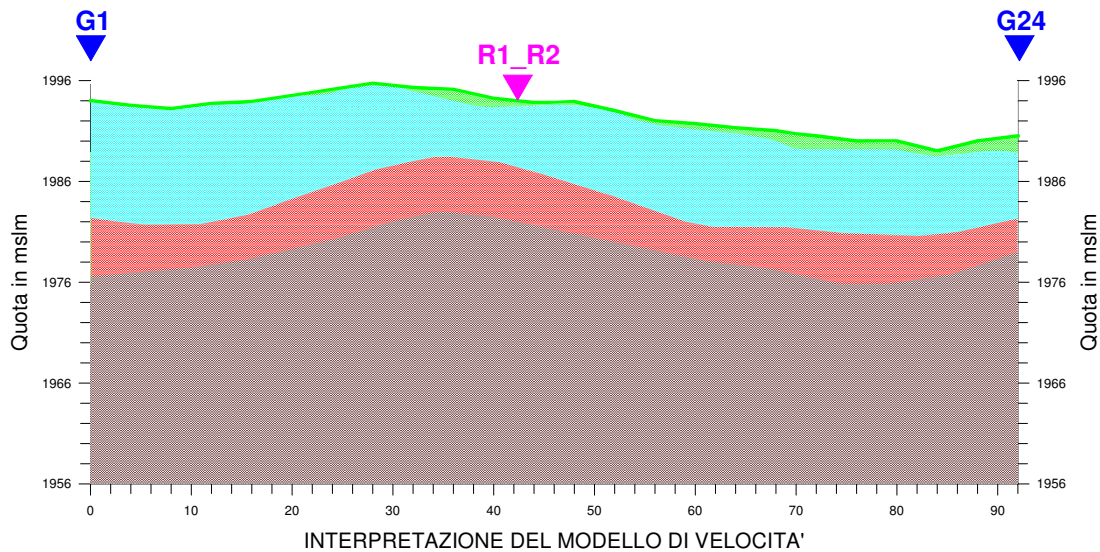
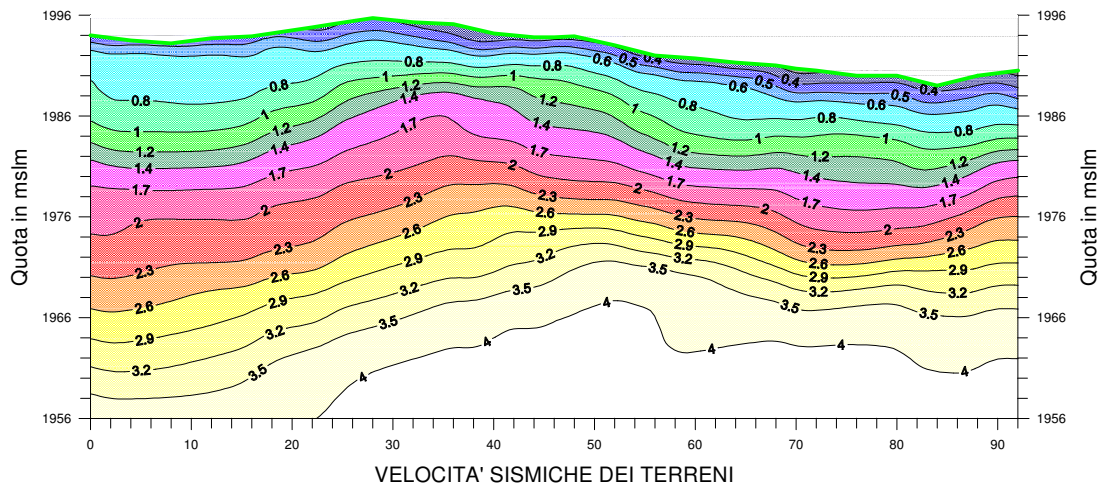
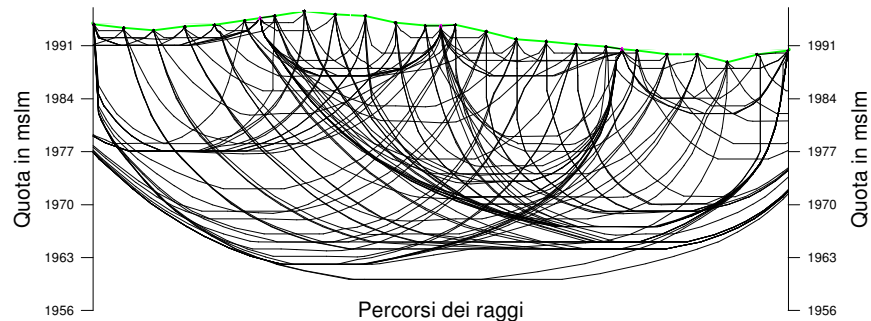
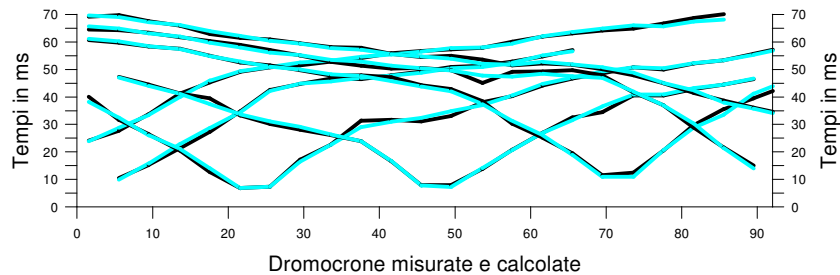
INVASO AD USO PLURIMO

Rifrazione Sismica - Studio del bedrock

SEZIONI SISMICHE
SEZIONE R3

All.2/b

Agosto 2023



LEGENDA

Aerato

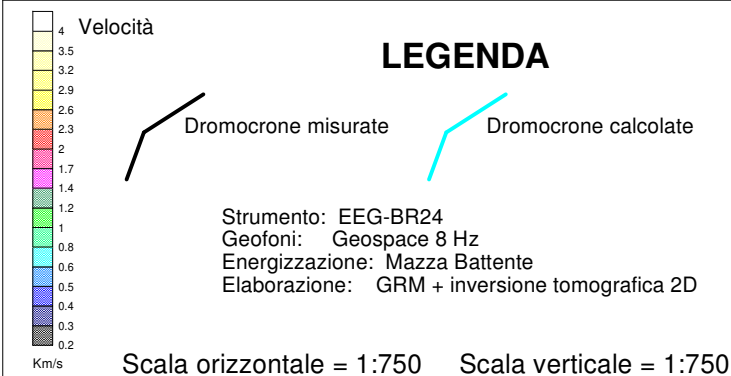
Copertura Glaciale

Calcescisti Alterati / fratturati

Calcescisti integri

File with raypaths: b.ray
Number of data: 155
RMS residual: 0.859072
RMS relative residual(%): 2.911773

#	Source	Receiver	T obs.: T calc:	T - T0	Resid.:
1	-10.000 1995.000	0.000 0.000 1994.000	0.000 23.400	23.208	0.192 0.827
3	-10.000 1995.000	0.000 8.000 1993.200	0.000 33.000	32.693	0.307 0.939
6	-10.000 1995.000	0.000 20.000 1994.500	0.000 48.400	48.685	-0.285 -0.586
8	-10.000 1995.000	0.000 28.000 1995.700	0.000 50.800	51.784	-0.984 -1.900
11	-10.000 1995.000	0.000 40.000 1994.200	0.000 55.200	54.720	0.480 0.877
14	-10.000 1995.000	0.000 52.000 1993.000	0.000 57.200	57.283	-0.083 -0.144
16	-10.000 1995.000	0.000 60.000 1991.700	0.000 61.200	61.421	-0.221 -0.361
21	-10.000 1995.000	0.000 72.000 1990.500	0.000 64.200	65.361	-1.161 -1.776
24	-10.000 1995.000	0.000 80.000 1990.000	0.000 68.000	66.794	1.206 1.806
27	0.000 1994.000	0.000 4.000 1993.500	0.000 9.800	15.047	-5.247 -2.969
29	0.000 1994.000	0.000 16.000 1993.900	0.000 26.600	33.613	-7.013 -1.152
32	0.000 1994.000	0.000 24.000 1995.100	0.000 41.800	44.125	-2.325 -0.282
34	0.000 1994.000	0.000 36.000 1995.100	0.000 45.800	47.110	-1.310 0.191
37	0.000 1994.000	0.000 44.000 1993.800	0.000 48.600	49.770	-1.170 0.863
40	22.000 1994.800	0.000 0.000 1994.000	0.000 39.400	31.770	7.630 -2.424
42	22.000 1994.800	0.000 8.000 1993.200	0.000 25.800	20.344	5.456 -2.673
45	22.000 1994.800	0.000 20.000 1994.500	0.000 6.200	6.672	-0.472 -1.073
47	22.000 1994.800	0.000 28.000 1995.700	0.000 16.400	21.856	-5.456 0.661
50	22.000 1994.800	0.000 40.000 1994.200	0.000 31.000	31.701	-0.701 -4.103
53	22.000 1994.800	0.000 52.000 1993.000	0.000 37.400	39.868	-2.468 -0.671
55	22.000 1994.800	0.000 60.000 1991.700	0.000 43.400	46.373	-2.973 -0.805
58	22.000 1994.800	0.000 72.000 1990.500	0.000 50.000	49.693	0.307 0.992
60	22.000 1994.800	0.000 80.000 1990.000	0.000 51.400	52.561	-1.161 0.073
63	22.000 1994.800	0.000 92.000 1990.500	0.000 57.400	46.316	11.084 0.614
66	46.000 1993.800	0.000 12.000 1993.700	0.000 40.600	36.649	3.951 5.869
68	46.000 1993.800	0.000 20.000 1994.500	0.000 32.600	30.371	2.229 -3.197
71	46.000 1993.800	0.000 32.000 1995.300	0.000 25.400	23.131	2.269 0.297
73	46.000 1993.800	0.000 40.000 1994.200	0.000 16.000	7.086	8.914 1.610
76	46.000 1993.800	0.000 52.000 1993.000	0.000 13.000	19.962	-6.962 0.192
78	46.000 1993.800	0.000 60.000 1991.700	0.000 26.200	30.842	-4.642 3.106
81	46.000 1993.800	0.000 72.000 1990.500	0.000 39.800	40.141	-0.341 -0.850
84	46.000 1993.800	0.000 84.000 1989.000	0.000 43.800	45.992	-2.192 -0.418
86	70.000 1990.700	0.000 0.000 1994.000	0.000 60.000	59.551	0.449 -0.925
89	70.000 1990.700	0.000 12.000 1993.700	0.000 56.800	54.187	2.613 0.023
91	70.000 1990.700	0.000 20.000 1994.500	0.000 51.800	50.270	1.530 1.054
94	70.000 1990.700	0.000 32.000 1995.300	0.000 47.000	46.885	0.115 0.672
97	70.000 1990.700	0.000 44.000 1993.800	0.000 43.600	41.299	2.301 2.182
99	70.000 1990.700	0.000 52.000 1993.000	0.000 37.800	30.581	7.219 -3.207
102	70.000 1990.700	0.000 64.000 1991.300	0.000 18.800	10.259	8.541 5.275
104	70.000 1990.700	0.000 72.000 1990.500	0.000 11.800	19.905	-8.105 -0.526
107	70.000 1990.700	0.000 84.000 1989.000	0.000 34.800	40.444	-5.644 -0.065
110	92.000 1990.500	0.000 0.000 1994.000	0.000 63.800	64.124	-0.324 -0.817
112	92.000 1990.500	0.000 8.000 1993.200	0.000 62.600	61.304	1.296 -0.496
115	92.000 1990.500	0.000 20.000 1994.500	0.000 58.200	55.460	2.740 1.695
117	92.000 1990.500	0.000 28.000 1995.700	0.000 54.400	52.797	1.603 -1.510
120	92.000 1990.500	0.000 40.000 1994.200	0.000 49.600	49.749	-0.149 0.102
123	92.000 1990.500	0.000 52.000 1993.000	0.000 44.400	46.729	-2.329 3.576
125	92.000 1990.500	0.000 60.000 1991.700	0.000 48.600	46.793	1.807 4.715
128	92.000 1990.500	0.000 72.000 1990.500	0.000 41.000	36.227	4.773 -0.073
130	92.000 1990.500	0.000 80.000 1990.000	0.000 28.200	20.788	7.412 1.018
133	92.000 1990.500	0.000 92.000 1990.500	0.000 6.800	68.285	-61.485 1.048
136	100.000 1990.000	0.000 8.000 1993.200	0.000 66.800	63.180	3.620 -1.551
138	100.000 1990.000	0.000 16.000 1993.900	0.000 62.200	59.706	2.494 0.827
141	100.000 1990.000	0.000 28.000 1995.700	0.000 58.800	56.499	2.301 1.241
143	100.000 1990.000	0.000 36.000 1995.100	0.000 57.200	54.032	3.168 -0.429
146	100.000 1990.000	0.000 48.000 1993.900	0.000 54.200	51.061	3.139 -0.512
149	100.000 1990.000	0.000 60.000 1991.700	0.000 51.400	50.022	1.378 -1.243
151	100.000 1990.000	0.000 68.000 1991.000	0.000 49.400	44.402	4.998 -0.454
154	100.000 1990.000	0.000 80.000 1990.000	0.000 40.800	35.015	5.785 1.100



INDAGINE GEOFISICA

Località: AREA DI CIAMPORINO (VB)

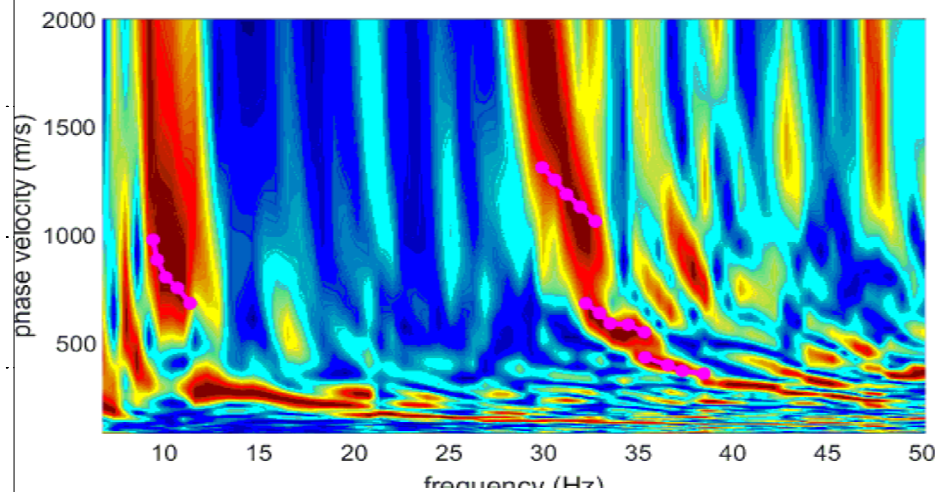
INVASO AD USO PLURIMO

Rifrazione Sismica - Studio del bedrock

SEZIONI SISMICHE
SEZIONE R4

All.2/c

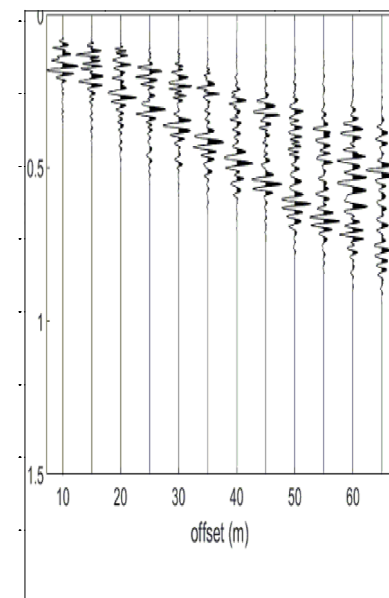
Agosto 2023



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + V_s/1000$



Sismogramma

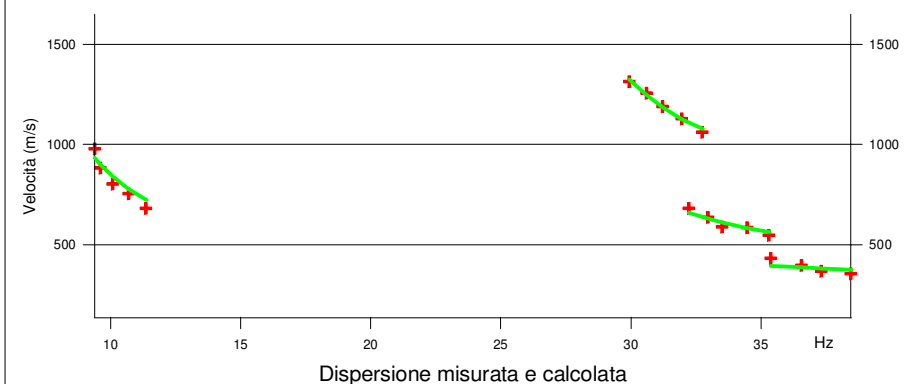
CALCOLO DEI PARAMETRI ELASTICI - (Vp ottenute dalla sezioni sismica a rifrazione)

Interval		DVp	DVs	DVp/DVs	DVs/DVp	v'	E	G	r
from m	to m	m/s	m/s				MPa	MPa	Ton/mc
0,00	0,90	300	135	2,2	0,45	0,37	82	30	1,635
0,90	6,00	620	274	2,3	0,44	0,38	367	133	1,774
6,00	10,50	1.250	495	2,5	0,40	0,41	1.376	489	1,995
10,50	13,90	1.690	653	2,6	0,39	0,41	2.593	918	2,153
13,90	19,50	2.350	996	2,4	0,42	0,39	6.886	2.476	2,496
19,50	23,90	2.500	1.100	2,3	0,44	0,38	8.683	3.146	2,6
23,90	32,20	2.800	1.124	2,5	0,40	0,40	9.308	3.315	2,624

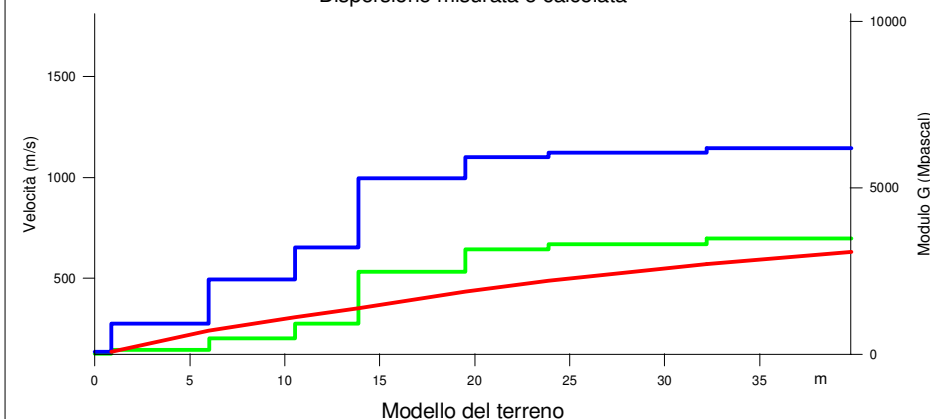
TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	.9	135	.0064	135	30
.9	6	274	.0188	239	133
6	10.5	495	.0091	307	489
10.5	13.9	653	.0051	352	918
13.9	19.5	996	.0056	432	2477
19.5	23.9	1100	.004	487	3147
23.9	32.2	1124	.0074	570	3314
32.2	39.8	1146	.0066	631	3478

VALORE CALCOLATO VS30 = 550 m/s
VALORE CALCOLATO VS EQ. = 352 m/s



Dispersione misurata e calcolata



Modello del terreno

PROVA SISMICA VS30

Località: AREA DI CIAMPORINO (VB)

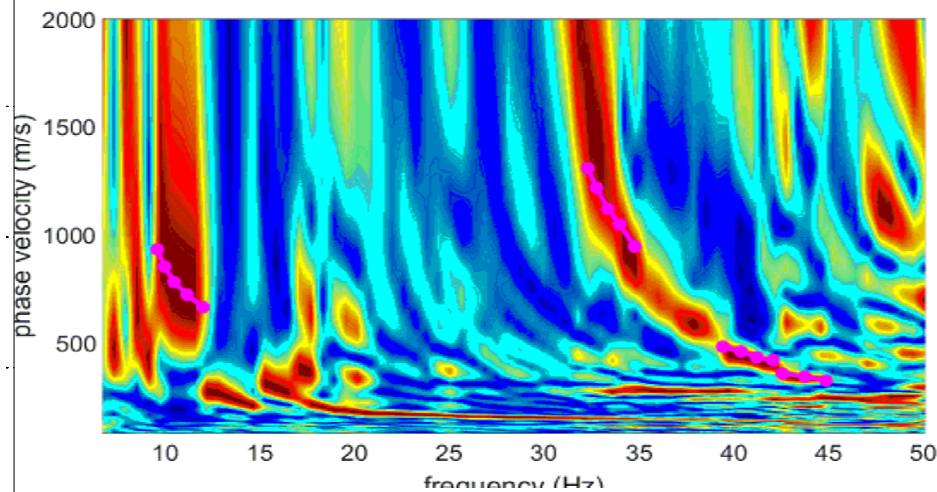
INVASO AD USO PLURIMO

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S
MASW 1

All. 3/a

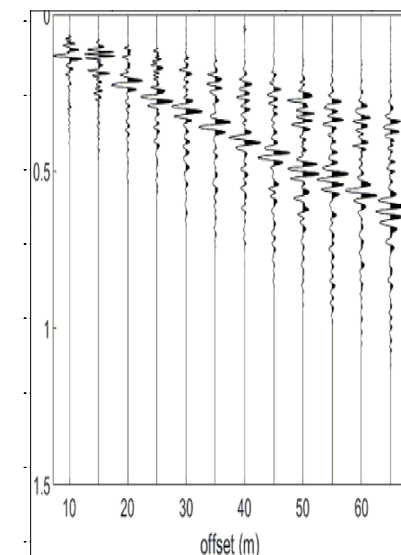
Agosto 2023



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + V_s/1000$



Sismogramma

CALCOLO DEI PARAMETRI ELASTICI - (V_p ottenute dalla sezioni sismica a rifrazione)

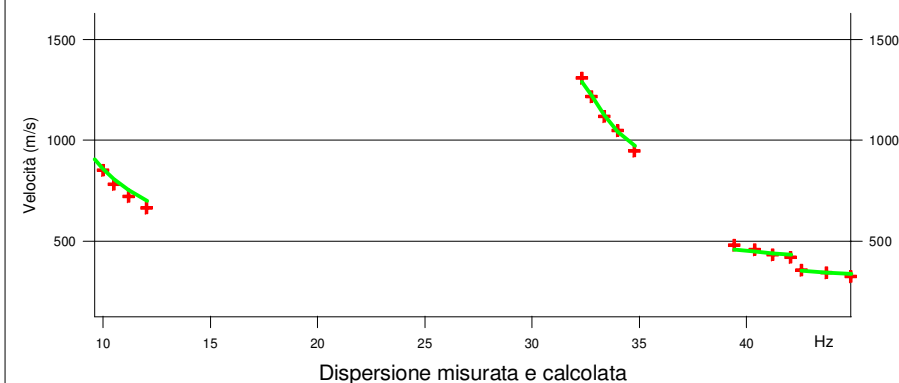
Interval from m	to m	DV_p m/s	DV_s m/s	DV_p/DV_s	DV_s/DV_p	ν	E MPa	G MPa	ρ Ton/mc
0,00	0,80	260	124	2,1	0,48	0,35	68	25	1,624
0,80	5,40	590	285	2,1	0,48	0,35	391	145	1,785
5,40	9,90	975	406	2,4	0,42	0,40	877	314	1,906
9,90	12,60	1.330	634	2,1	0,48	0,35	2.321	858	2,134
12,60	18,10	2.040	981	2,1	0,48	0,35	6.445	2.388	2,481
18,10	23,60	2.350	1.058	2,2	0,45	0,37	7.862	2.863	2,558
23,60	30,20	2.600	1.255	2,1	0,48	0,35	11.699	4.339	2,755

TABELLA DI CALCOLO

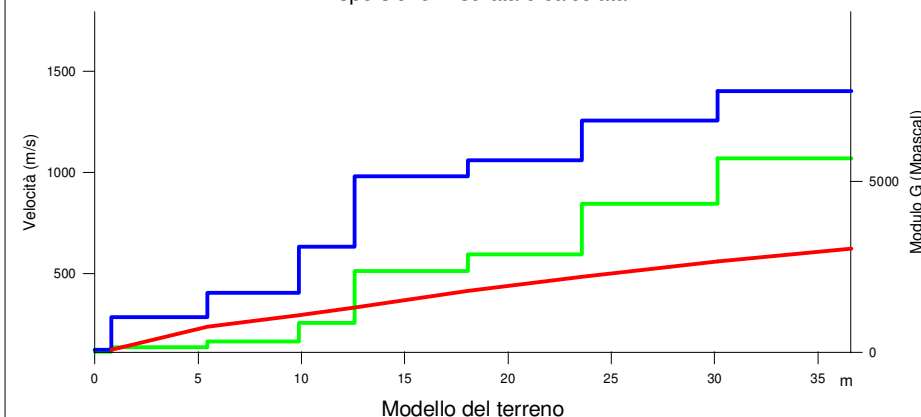
Da Prof.	a Prof.	V_s	H_i/V_i	V_sX	G
0	.8	124	.0064	124	25
.8	5.4	285	.0163	240	145
5.4	9.9	406	.0109	294	315
9.9	12.6	634	.0043	332	858
12.6	18.1	981	.0056	415	2385
18.1	23.6	1058	.0052	484	2863
23.6	30.2	1255	.0052	559	4342
30.2	36.6	1399	.0046	625	5674

VALORE CALCOLATO VS30 = 557 m/s

VALORE CALCOLATO VS EQ. = 332 m/s



Dispersione misurata e calcolata



Modello del terreno

PROVA SISMICA VS30

Località: AREA DI CIAMPORINO (VB)

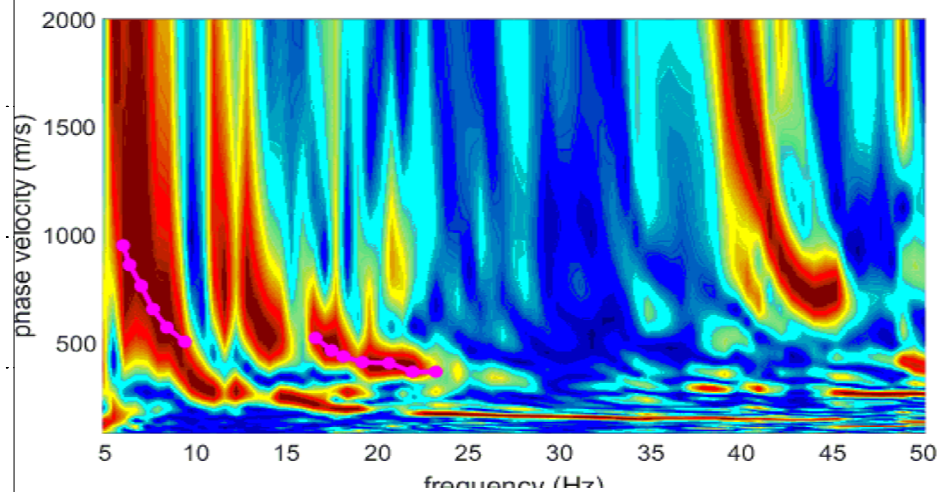
INVASO AD USO PLURIMO

Metodologia MASW

**VELOCITA' DELLE ONDE S
MASW 2**

All. 3/b

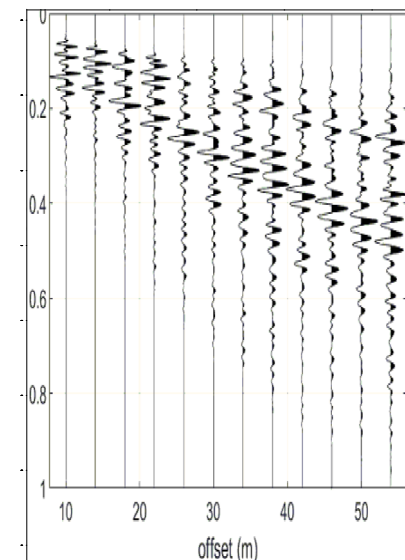
Agosto 2023



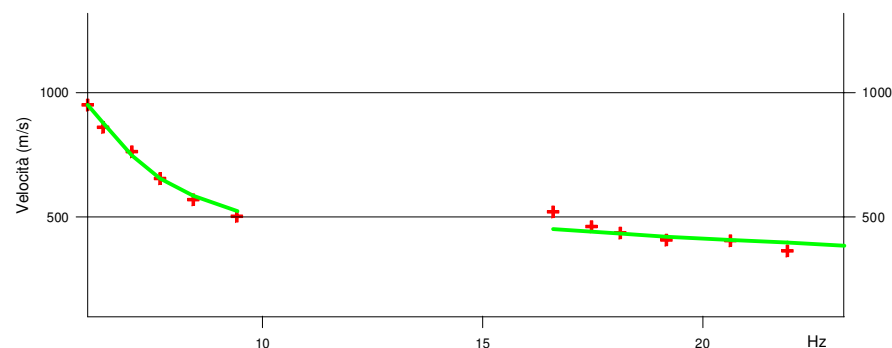
LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VsX

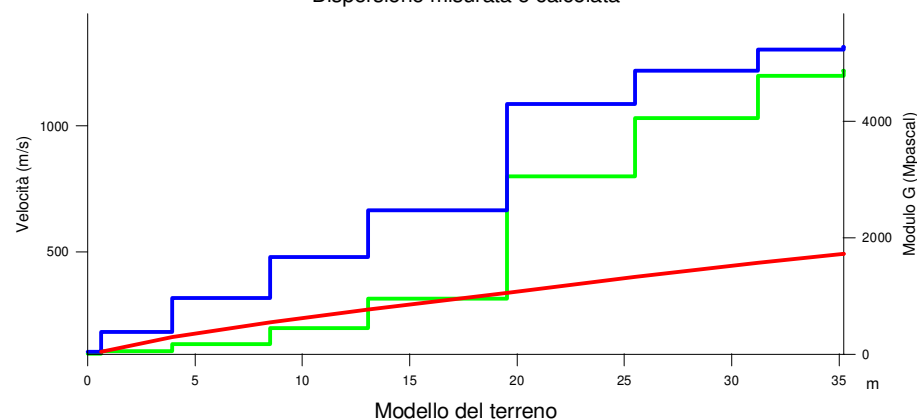
Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + V_s/1000$



Sismogramma



Dispersione misurata e calcolata



Modello del terreno

CALCOLO DEI PARAMETRI ELASTICI - (V_p ottenute dalla sezioni sismica a rifrazione)

Interval		DV_p	DV_s	DV_p/DV_s	DV_s/DV_p	ν	E	G	ρ
from m	to m	m/s	m/s				MPa	MPa	Ton/mc
0,00	0,60	230	101	2,3	0,44	0,38	45	16	1,601
0,60	3,90	380	179	2,1	0,47	0,36	146	54	1,679
3,90	8,50	650	316	2,1	0,49	0,35	488	181	1,816
8,50	13,10	1.150	479	2,4	0,42	0,40	1.267	454	1,979
13,10	19,50	1.550	664	2,3	0,43	0,39	2.648	954	2,164
19,50	25,50	2.350	1.087	2,2	0,46	0,36	8.338	3.057	2,587
25,50	31,20	2.700	1.220	2,2	0,45	0,37	11.107	4.048	2,72

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	V_s	H_i/V_i	V_sX	G
0	.6	101	.0062	101	16
.6	3.9	179	.0184	160	54
3.9	8.5	316	.0144	217	182
8.5	13.1	479	.0095	269	454
13.1	19.5	664	.0098	335	952
19.5	25.5	1087	.0055	399	3057
25.5	31.2	1220	.0047	456	4048
31.2	35.2	1305	.0031	492	4779

VALORE CALCOLATO VS30 = 444 m/s

VALORE CALCOLATO VS EQ. = 335 m/s

PROVA SISMICA VS30

Località: AREA DI CIAMPORINO (VB)

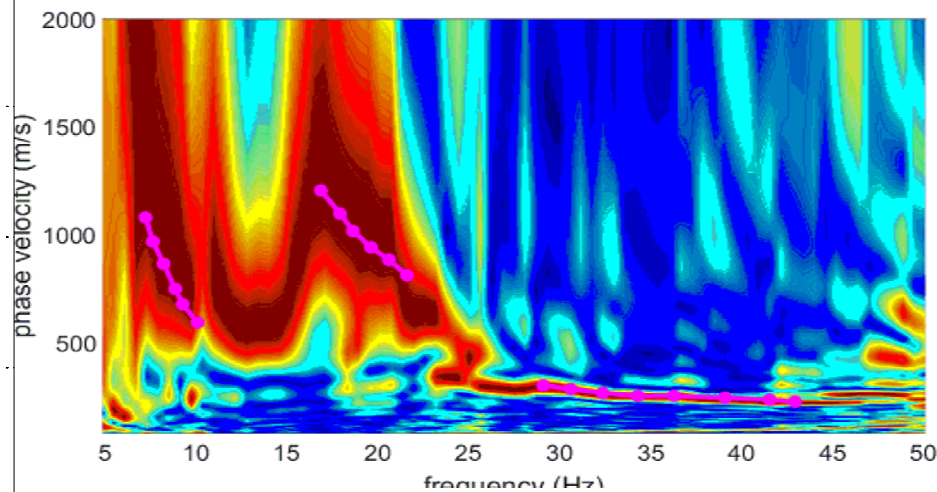
INVASO AD USO PLURIMO

Metodologia MASW

**VELOCITA' DELLE ONDE S
MASW 3**

All. 3/c

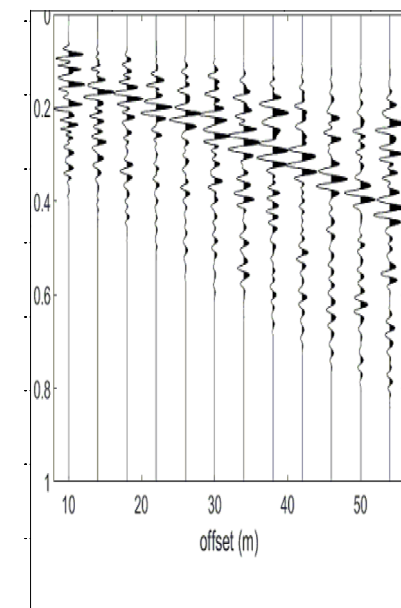
Agosto 2023



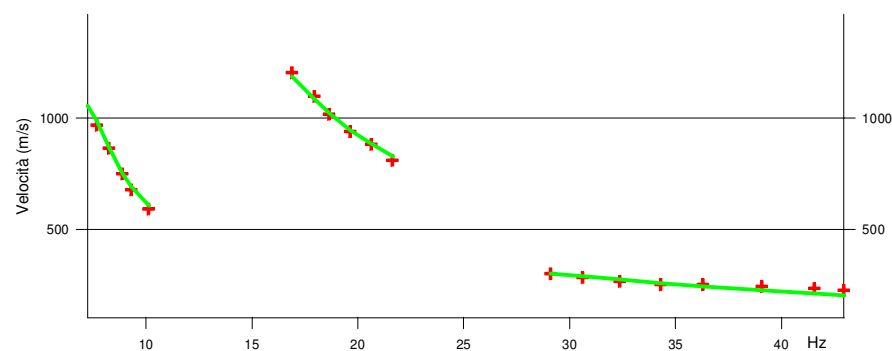
LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascale)
- VsX

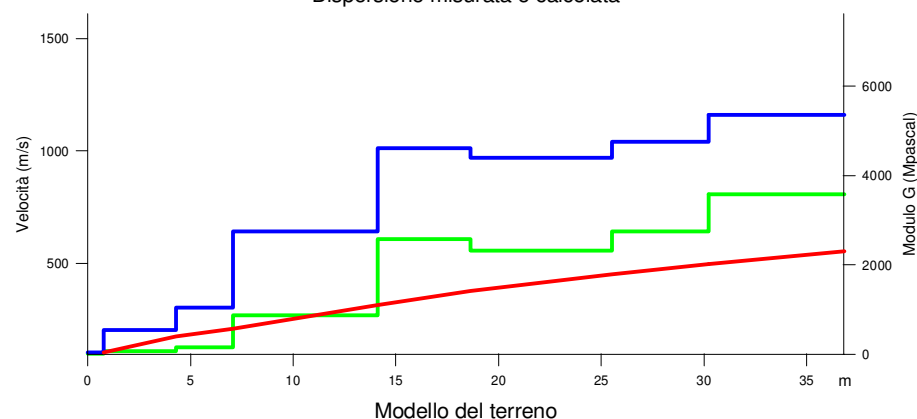
Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + V_s/1000$



Sismogramma



Dispersione misurata e calcolata



Modello del terreno

CALCOLO DEI PARAMETRI ELASTICI - (Vp ottenute dalla sezioni sismica a rifrazione)

Interval		DVp	DVs	DVp/DVs	DVs/DVp	v'	E	G	r
from m	to m	m/s	m/s				MPa	MPa	Ton/mc
0.00	0.80	240	103	2.3	0.43	0.39	47	17	1.603
0.80	4.30	495	203	2.4	0.41	0.40	196	70	1.703
4.30	7.10	690	303	2.3	0.44	0.38	457	166	1.803
7.10	14.10	1.390	640	2.2	0.46	0.37	2.394	877	2.14
14.10	18.60	2.050	1.014	2.0	0.49	0.34	6.917	2.585	2.514
18.60	25.50	2.100	970	2.2	0.46	0.36	6.342	2.324	2.47
25.50	30.20	2.300	1.041	2.2	0.45	0.37	7.551	2.754	2.541

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	.8	103	.0075	103	17
.8	4.3	203	.0174	173	70
4.3	7.1	303	.0091	208	166
7.1	14.1	640	.011	314	877
14.1	18.6	1014	.0045	377	2582
18.6	25.5	970	.0071	451	2324
25.5	30.2	1041	.0045	495	2756
30.2	36.8	1160	.0057	552	3579

VALORE CALCOLATO VS30 = 493 m/s
VALORE CALCOLATO VS EQ. = 314 m/s

PROVA SISMICA VS30

Località: AREA DI CIAMPORINO (VB)

INVASO AD USO PLURIMO

Metodologia MASW

**VELOCITA' DELLE ONDE S
MASW 4**

All. 3/d

Agosto 2023