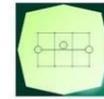


CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO
BREBEMI SPA

CUP E3 1 B05000390007

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI
BRESCIA E MILANO

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. Lgs 163/2006
DELIBERA C.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 19/2016

INTERCONNESSIONE A35-A4
PROGETTO ESECUTIVO

O-PARTE GENERALE
OO-GENERALE
00009 - GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA
INDAGINI GEOFISICHE
RELAZIONE

PROGETTAZIONE:



VERIFICA:

IL PROGETTISTA RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
IMPRESA RIZZAROTTI E C. S.P.A.
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

IL DIRETTORE TECNICO
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

APPROVATO SDP

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO											PROGR.		DATA:	
	EMIT	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PARTI	PROGR.	PART. DIC.	STATO	REV.	LUG	2016
66021	04	RO	E	I	11	00	009	00	00	002	00	A	00		

ELABORAZIONE PROGETTUALE

REVISIONE

N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO

IL PROGETTISTA
PIACENTINI INGEGNERI S.R.L.
DOTT. ING. LUCA PIACENTINI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI BOLOGNA N. 4152

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO



SOCIETÀ DI PROGETTO
BREBEMI SPA
Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 1 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	ALLEGATO 1 – PROSPEZIONI SISMICHE TIPO MASW	3
3.	ALLEGATO 2 – PROSPEZIONI SISMICHE CROSSHOLE.....	13

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 2 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

1. PREMESSA

La presente relazione riporta i risultati delle indagini geofisiche effettuate a supporto della progettazione esecutiva del raddoppio di carreggiata del lotto 0A della autostrada BreBeMi e dell'interconnessione A35 - A4.

Tali indagini (Allegato 1 - prospezioni sismiche tipo MASW) sono state svolte al fine di integrare le conoscenze sulle caratteristiche sismiche del sottosuolo lungo lo sviluppo principale del tracciato stradale in oggetto, in accordo a quanto richiesto al punto 3.2.2 del D.M. del 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Sono state inoltre prese in considerazione le precedenti indagini geofisiche effettuate a supporto della progettazione esecutiva del Lotto 0A di BreBeMi (Raccordo SP19 – Tangenziale Sud di Brescia). Queste ultime indagini consistono in prospezioni sismiche in foro di tipo cross-hole (Allegato 2 – prospezioni sismiche crosshole).

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 3 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

2. ALLEGATO 1 – PROSPEZIONI SISMICHE TIPO MASW

3. INDAGINE GEOFISICA CON METODO SISMICO MASW

3.1 Introduzione

In data 5 aprile 2016, nel territorio comunale di Castegnato, è stata svolta una campagna sismica con metodo MASW. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri dal piano delle fondazioni (V_{s30}), in riferimento alla classificazione sismica del territorio (O.P.C.M, n. 3274 del 20/03/03, O.P.C.M, n. 3316 del 02/10/03 e O.P.C.M, n. 3519 del 28/04/06) ed alle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M, 14/01/08). A tal scopo sono state realizzate due stese sismiche della lunghezza di 46,0 m ciascuna.

Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell'indagine eseguita,

3.2 Metodo di indagine

La MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves) è una metodologia di indagine geofisica che consente l'individuazione di frequenza, ampiezza, lunghezza d'onda e velocità di propagazione delle onde sismiche superficiali (principalmente onde di Rayleigh) generate artificialmente. L'analisi delle onde superficiali permette la determinazione delle velocità delle onde di taglio verticali (V_s) nei terreni al di sotto dello stendimento sismico,

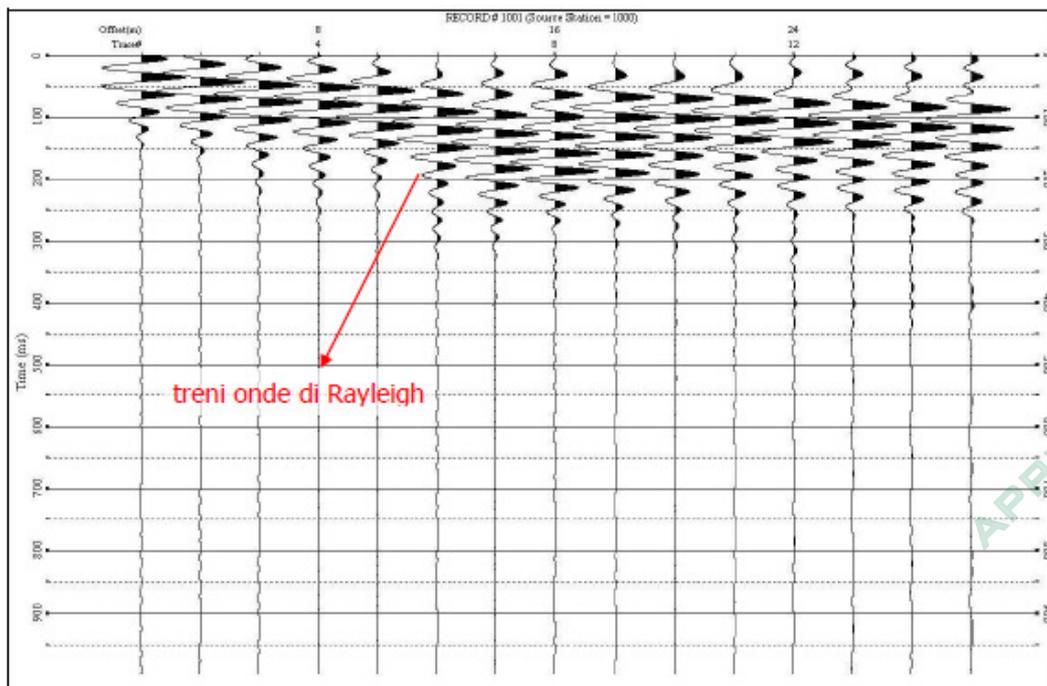
L'indagine è realizzata disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale mazza battente su piastra metallica o cannoncino sismico, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un record sismico che contiene molteplici informazioni quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'istante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.

La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione ed elaborazione matematica con algoritmi capaci di minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata all'indagine di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.

Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (V_s), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (V_p).

Le onde di Rayleigh si propagano secondo fronti d'onda cilindrici, producendo un movimento ellittico delle particelle durante il transito. Con i metodi di energizzazione usuali i due terzi dell'energia prodotta viene trasportata dalle onde di Rayleigh a fronte di meno di un terzo suddiviso tra le rimanenti tipologie di onde. Inoltre le onde di Rayleigh sono meno sensibili delle onde P e S alla dispersione in funzione della distanza e con un'attenuazione geometrica inferiore,

Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. In pratica il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.



- Record sismico -

La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale, infatti la massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; mentre la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto sono stati eseguiti 2 stendimenti di 24 geofoni ciascuno con spaziatura tra i geofoni di 2,0 metri per una lunghezza di ogni linea sismica di 46,0 metri,

L'energizzazione è stata eseguita a 1,0, a 2,0, a 5,0 e a 10,0 metri dal primo geofono. Allo scopo ridurre il rumore di fondo e migliorare la qualità complessiva dei record sismici sono stati sommati più tiri.

I siti di indagine sono collocati in aree parzialmente urbanizzate, prossime a strade ad elevato traffico veicolare che tuttavia non ha interferito in modo significativo con il segnale sismico acquisito.

3.3 Strumentazione

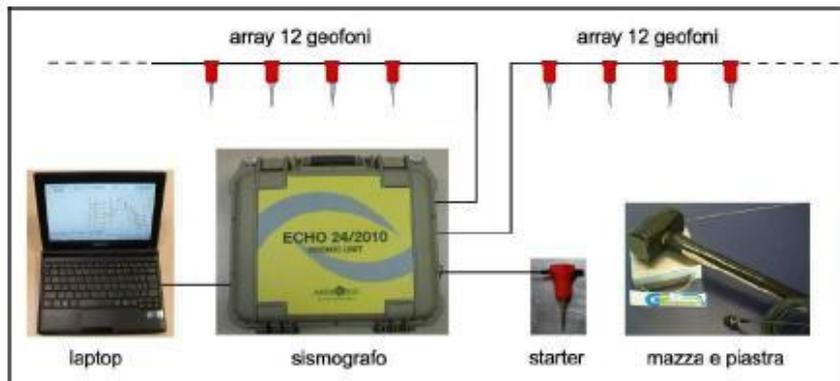
Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "ECHO 24/2010", dotato di 24 geofoni verticali Oyo Geospace con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Lo strumento è in grado di acquisire simultaneamente su 24 canali e di rilevare l'istante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter collegato al canale n. 25. La gestione del sismografo avviene tramite software proprietario installato su laptop, tramite il quale è possibile gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:

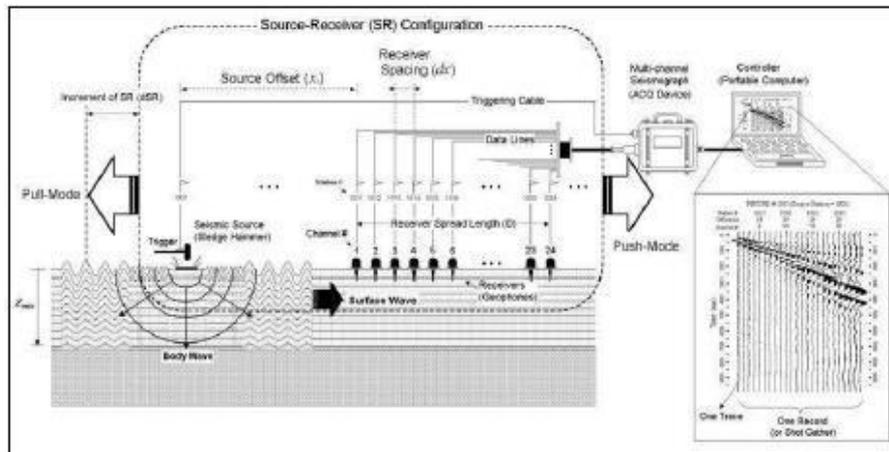
- impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
- impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
- selezione entità dell'amplificazione del segnale per ogni canale;
- impostazione filtraggi delle frequenze indesiderate;
- visualizzazione in tempo reale del segnale su tutti i geofoni attivi;
- visualizzazione del record sismico con misura dei tempi di arrivo;
- esecuzione operazioni di somma di ulteriori record;
- memorizzazione di tutti i dati relativi all'acquisizione.

APPROVATO SDP

Per l'energizzazione è utilizzata una mazza del peso di 8 kg ed una piastra di battuta di alluminio,



- "ECHO 24/2010" con due stringhe da 12 geofoni -



- Schema esecuzione MASW -

3.4 Elaborazione

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (*Winmasw 4,3 - Elisoft*) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale,

APPROVATO SDP

La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate, Il software permette di visualizzare il record sismico nel dominio spazio-tempo e visualizzando i grafici frequenza-ampiezza anche per le singole tracce, Sono disponibili varie modalità di gestione del segnale, le cui principali sono i filtri "passa basso", "passa alto", "passa banda", "taglia banda", il "muting" e l'ACG, Inoltre tramite le curve di attenuazione delle onde superficiali è possibile valutare con maggior precisione la qualità dei dati acquisiti,

La fase successiva consiste nel calcolo della curva di dispersione, visualizzata tramite diagramma frequenza-numero d'onda con appropriata scala cromatica dell'ampiezza, Utilizzando la curva di dispersione si procede ad individuare la curva della velocità di fase apparente del modo fondamentale e, ove possibile, dei modi superiori,

La fase di inversione prevede una modellizzazione monodimensionale che consente di determinare un profilo di velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità, L'elaborazione avviene tramite l'applicazione di procedimenti di calcolo e algoritmi genetici di inversione (global-search methods), che gestiscono all'intero di un "spazio di ricerca", modelli caratterizzati da parametri di velocità di taglio (V_s) e spessori degli strati, Altri parametri previsti dal modello sono il coefficiente di Poisson e la velocità delle onde di volume (V_p) che, assieme a spessore degli strati e relative V_s , possono venire modificati anche manualmente, Tramite iterazioni successive si ottiene un modello di inversione in grado di far coincidere con la migliore approssimazione possibile la curva di dispersione elaborata nella fase precedente e quella modellizzata, Viene inoltre restituita una stima dell'attendibilità (deviazione standard) del modello proposto ottenuta con tecniche statistiche,

Avendo a disposizione informazioni aggiuntive, quali ad esempio stratigrafie di sondaggio, analisi granulometriche, di densità, prove CPT ecc, è possibile impostare un modello geologico/geofisico con il quale definire parametri quali lo spessore degli strati, la velocità delle onde P stimata e coefficiente di Poisson, Tale modello consente una più accurata inversione dei dati di campagna e di conseguenza una migliore definizione della sismostratigrafia del sito,

In conclusione viene restituito un diagramma (1D) delle velocità delle onde di taglio (V_s) in funzione della profondità, con relativa tabella, calcolo delle V_{s30} e correlazione al tipo di terreno, come da normativa,

Va ricordato che il diagramma 1D mostra una suddivisione sismostratigrafica ricostruita sul differente comportamento sismico dei materiali investigati. È quindi possibile che variazioni di velocità non corrispondano necessariamente a passaggi litologici netti.

3.5 Risultati

Determinazione delle categoria del suolo di fondazione.

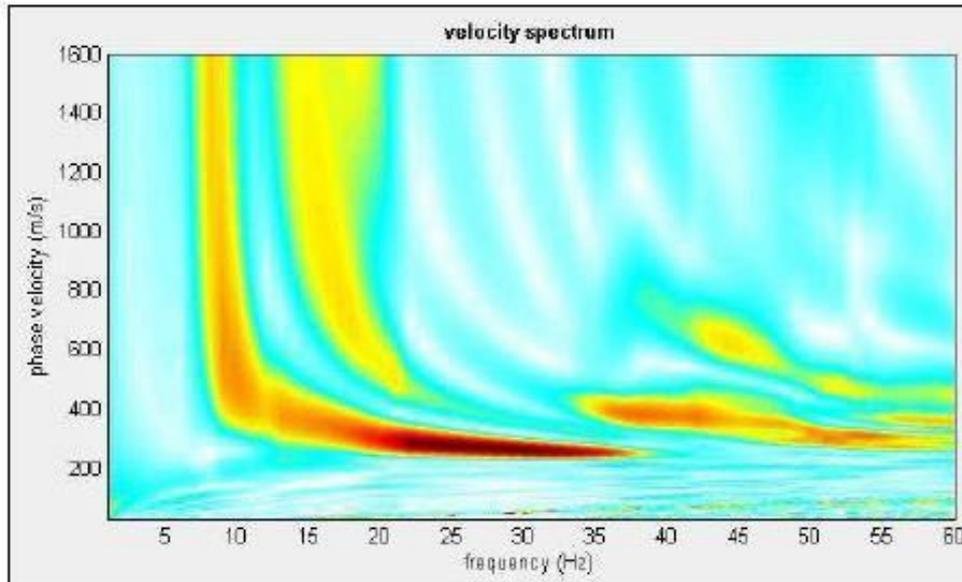
L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato nelle relative tabelle e diagrammi, permettendo di calcolare i valori V_{s30} per le 2 sezioni indagate. In entrambi i casi il valore di V_{s30} è riferito ai primi 30 m a partire da p.c..

MASW1



- Ubicazione MASW1 -

APPROVATO SDP

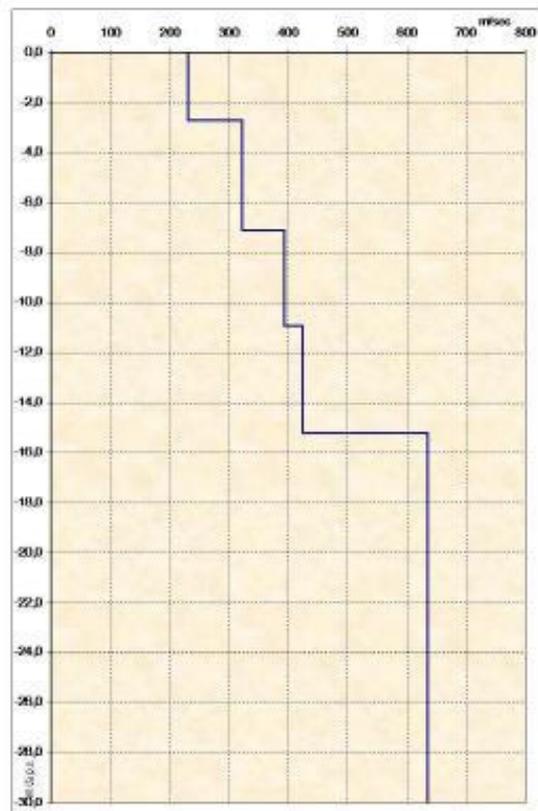


-Diagramma della curva di dispersione-

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
-2,7	2,7	232
-7,1	4,4	322
-10,9	3,8	393
-15,2	4,3	425
-30,0	14,8	635

- Sismostratigrafia -

APPROVATO SDP



- Grafico velocità Vs/profondità -

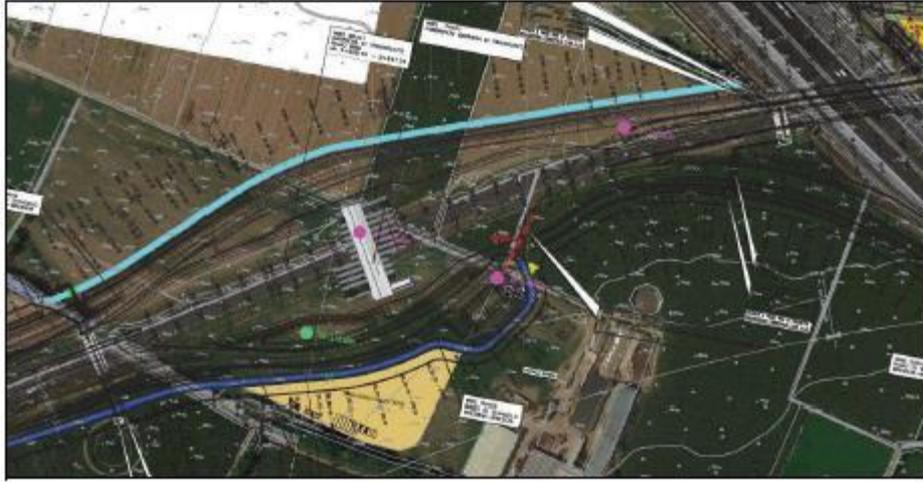
Il valore V_{S30} è 439 m/sec,

Secondo normativa la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la B:

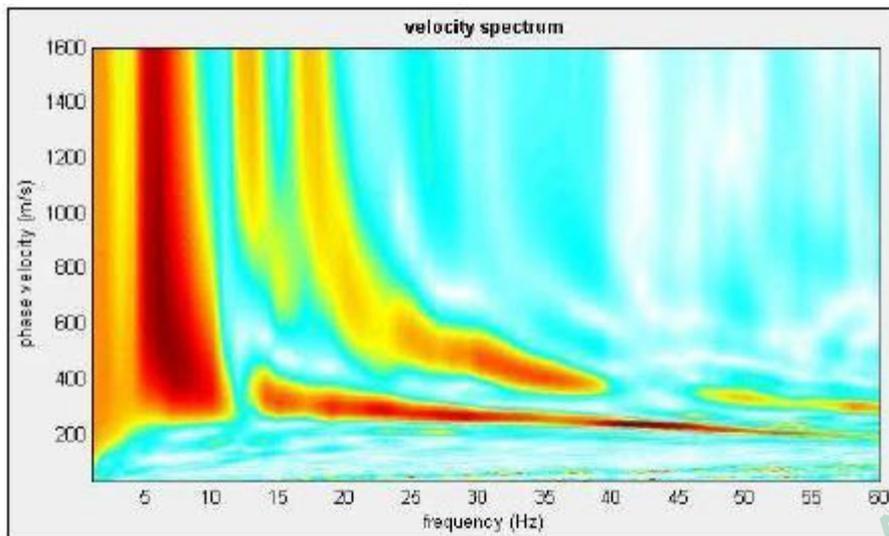
Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s,

APPROVATO SDP

MASW2



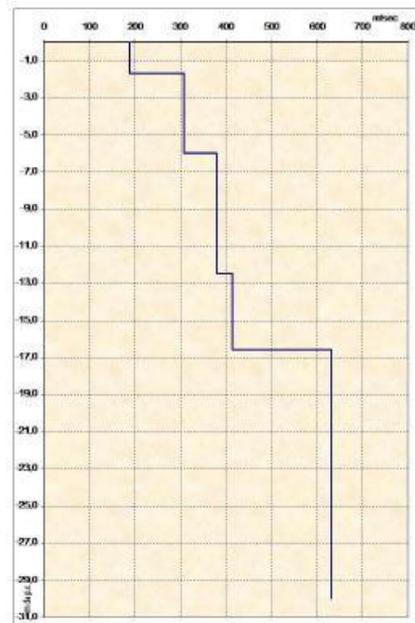
- Ubicazione MASW2 -



-Diagramma della curva di dispersione-

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
-1,7	1,7	187
-6,0	4,3	307
-12,5	6,5	379
-16,6	4,1	413
-30,0	13,4	632

- Sismostratigrafia -



- Grafico velocità Vs/profondità -

Il valore V_{S30} è 420 m/sec,

Secondo normativa la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la B:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s,

APPROVATO SDP

	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 13 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

3. ALLEGATO 2 – PROSPEZIONI SISMICHE CROSSHOLE

RELAZIONE TECNICA PROSPEZIONI SISMICHE CROSSHOLE

LOTTO 0A – Raccordo SP19 – Tangenziale SUD Brescia

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 14 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTEC S.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 1/48
		<i>Crosshole</i>

PROGETTO DI:

**“COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE DI CONNESSIONE TRA LE
CITTÀ DI BRESCIA E MILANO”**

**PROSPEZIONI SISMICHE CROSSHOLE CON ONDE “P” E
ONDE “S” NELLE COPPIE DI FORI**

FORI DI SONDAGGIO: SE1Ac-h (A) e SE1Ac-h (B)

FORI DI SONDAGGIO: SE5Ac-h (A) e SE5Ac-h (B)

FORI DI SONDAGGIO: SE10Ac-h (A) e SE10Ac-h (B)

FORI DI SONDAGGIO: SE11Ac-h (A) e SE11Ac-h (B)

FORI DI SONDAGGIO: SE15Ac-h (A) e SE15Ac-h (B)

APPROVATO SDP

RELAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOTTO 0A – Raccordo SP19 – Tangenziale SUD Brescia

GEOTEC SPA

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 15 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTECS.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 2/48
		<i>Crosshole</i>

Obiettivi delle indagini:

Su incarico della Bre.Be.Mi. con sede in Parma, la Geotec S.p.A. di Campobasso, ha eseguito una campagna di indagine geofisica in foro di tipo crosshole, nell'ambito del progetto di "Collegamento autostradale del tratto Brescia-Milano"

I fori opportunamente attrezzati come richiesto da specifica tecnica, hanno raggiunto profondità di 35 m.

Nella relazione vengono presentati i seguenti elaborati:

-  Sismogrammi di campagna;
-  Tabella con i tempi di primo arrivo originali e corretti rispetto la verticale;
-  Dromocrone: profili tempi di primo arrivo corretti – profondità;
-  Diagramma ad istogrammi dell'interpretazione sismostratigrafica;
-  Documentazione fotografica;

APPROVATO BDP

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 16 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTEC S.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 4/48
		<i>Crosshole</i>

Indagine sismica in foro "Crosshole":

Il metodo geofisico *crosshole* consente la caratterizzazione meccanica dei terreni investigati mediante la stima diretta della velocità di propagazione delle onde elastiche sia di compressione (V_p) che di taglio (V_s) e indirettamente dei rispettivi moduli elastici.

Per l'indagine è necessario predisporre due fori: un foro in cui calare i ricevitori in fase di registrazione e nell'altro la sorgente sismica.

I fori vengono effettuati con sondaggio meccanico e incamiciati con tubazione in PVC. Tale rivestimento, atto a resistere alle pressioni del terreno e dell'eventuale falda, viene chiuso all'estremità inferiore e cementato alle spalle in modo da garantire completa continuità elastica tra terreno e tubazione.

Per la misura si utilizza un sensore, generalmente tridimensionale, dotato di un dispositivo, meccanico o pneumatico, che consenta un perfetto accoppiamento con la tubazione e che garantisca quindi una corretta captazione del segnale generato dalla sorgente.

La sorgente degli impulsi sismici deve garantire un lobo di radiazioni atte a generare sia onde di compressione (onde P) che onde superficiali di taglio (onde S). Per tale ragione, la scelta del tipo di energizzazione, gioca un ruolo fondamentale.

	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 17 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTEC S.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 5/48
		<i>Crosshole</i>

Strumentazione:

Come sismografo è stato utilizzato il DAQLink II della Seismic Source™ Co.

L'unità DAQLink II dispone di 24 canali e consente una risoluzione in acquisizione di 24 bit.

3.1.1 Analog Specifications:

Maximum Input Signal	± 12 volt gain = x1
Input Impedance	> 10 Megaohm, 20 picofarad
Preamplifier Gain	x1, x10, x100

3.1.2 Digital Specifications:

Resolution	24 -Bit
Channels	6 – 24 (simultaneous sampling)
Sample rate	8, 4, 2, 1 msec, 500, 250, 125 usec
Max Input Voltage	25 Vp-p – Accelerometer option, 2.5 Vp-p – Geophone option
Bandwidth	DC to 4 KHz (accelerometer option)
Dynamic range	144 dB system, 115 dB measured
Common Mode Rejection	> 100 dB
Pre-trigger capability	Up to 32000 samples
Long record lengths	> 3600 sec
Int. Storage Capacity	CF card 32 MB to 2GB
Output Data Format	Standard SEG-Y, SEG-2 or ASCII
Power	10 – 36 VDC
Dimensions	3 x 5.6 x 11 in
Weight	1.7 Kg

I settaggi dei parametri, quali il numero dei canali, la modalità di trigger, il gain, il sample interval e la lunghezza della finestra di acquisizione avvengono con un PC esterno.

La comunicazione avviene mediante rete Ethernet ed i parametri sono gestiti con il software

“Vscope” fornito dalla stessa casa costruttrice del sismografo:

Società di Progetto

Brebeni SpA



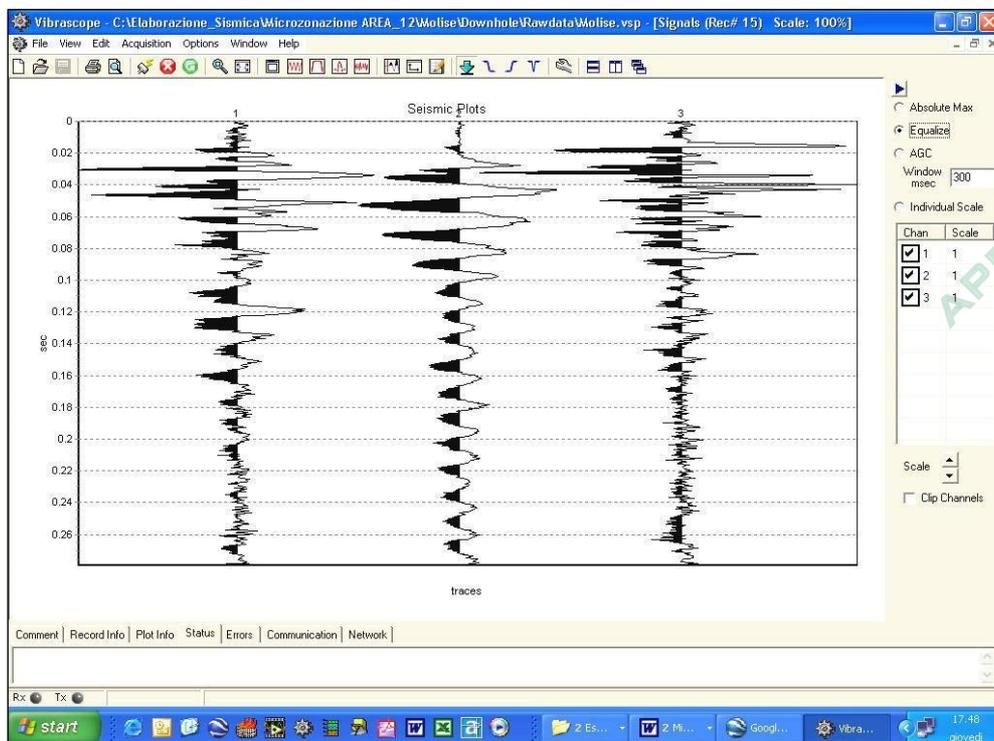
	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 18 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTEC S.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 6/48
		<i>Crosshole</i>



3.1.3 *Figura 1. Sismografo DAQLink II*

Il sismografo permette inoltre un *quality control* in tempo reale, infatti lo strumento oltre il plot da video consente la stampa dei film appena acquisiti:



3.1.4 *Figura 2. Plot sismogramma*

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 19 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTECS.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 7/48
		<i>Crosshole</i>

Il geofono da foro utilizzato per l'acquisizione risulta essere:

- Il geofono triassiale da pozzo **BHG-3** della *Geostuff*.

Terminato con un puntale di acciaio consente l'ancoraggio alla tubazione tramite una balestra in acciaio azionata con una centralina elettrica da bocca foro.

Tale centralina consente inoltre l'orientazione dei geofoni orizzontal lungo allineamenti prestabiliti.

La frequenza naturale dei geofoni è di 14 Hz.



3.1.5 *Figura 3. Borehole - Centralina di controllo ancoraggio, disancoraggio, orientazione e canali*

Come sorgente per generare onde elastiche ad alta frequenza con forme ripetibili e direzionali si è utilizzato



Società di Progetto
Brebemi SpA

3.1.6 *Figura 4. Sorgente onde "S" utilizzata.*

	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 20 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTECS.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 8/48
		<i>Crosshole</i>

Critério di elaborazione:

Per l'elaborazione e il trattamento dei dati i programmi utilizzati sono il **Windowhole**, ed il **WinSism 10** della *GeoSoft-Geological & Geophysical Software*. I dati che vengono acquisiti in campagna, in formato SEG-2, vengono convertiti nel formato Seismic Unix (SU) e filtrati per la rimozione di disturbi strumentali ed eventuali noise ambientali che potrebbero pregiudicare il segnale sismico.

Successivamente le varie componenti vengono separate tra loro e riunite in sismogrammi che contengono tante tracce quante sono le registrazioni effettuate.

La lettura dei tempi di primo arrivo sarà tanto più comoda e attendibile in funzione e della geologia e dell'esposizione alle eventuali sorgenti estranee (attività antropiche, attività industriali, attività agricole che possono compromettere il segnale utile).

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



FORI DI SONDAGGIO: SE1Ac-h(A) SE1Ac-h(B)

COMUNE DI TRAVAGLIATO

PROVINCIA DI BRESCIA



APPENDICE SDP

	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 22 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTEC S.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 10/48
		<i>Crosshole</i>

RELAZIONE FOTOGRAFICA: ACQUISIZIONE DI CAMPAGNA



Posizionamento strumentazione di acquisizione

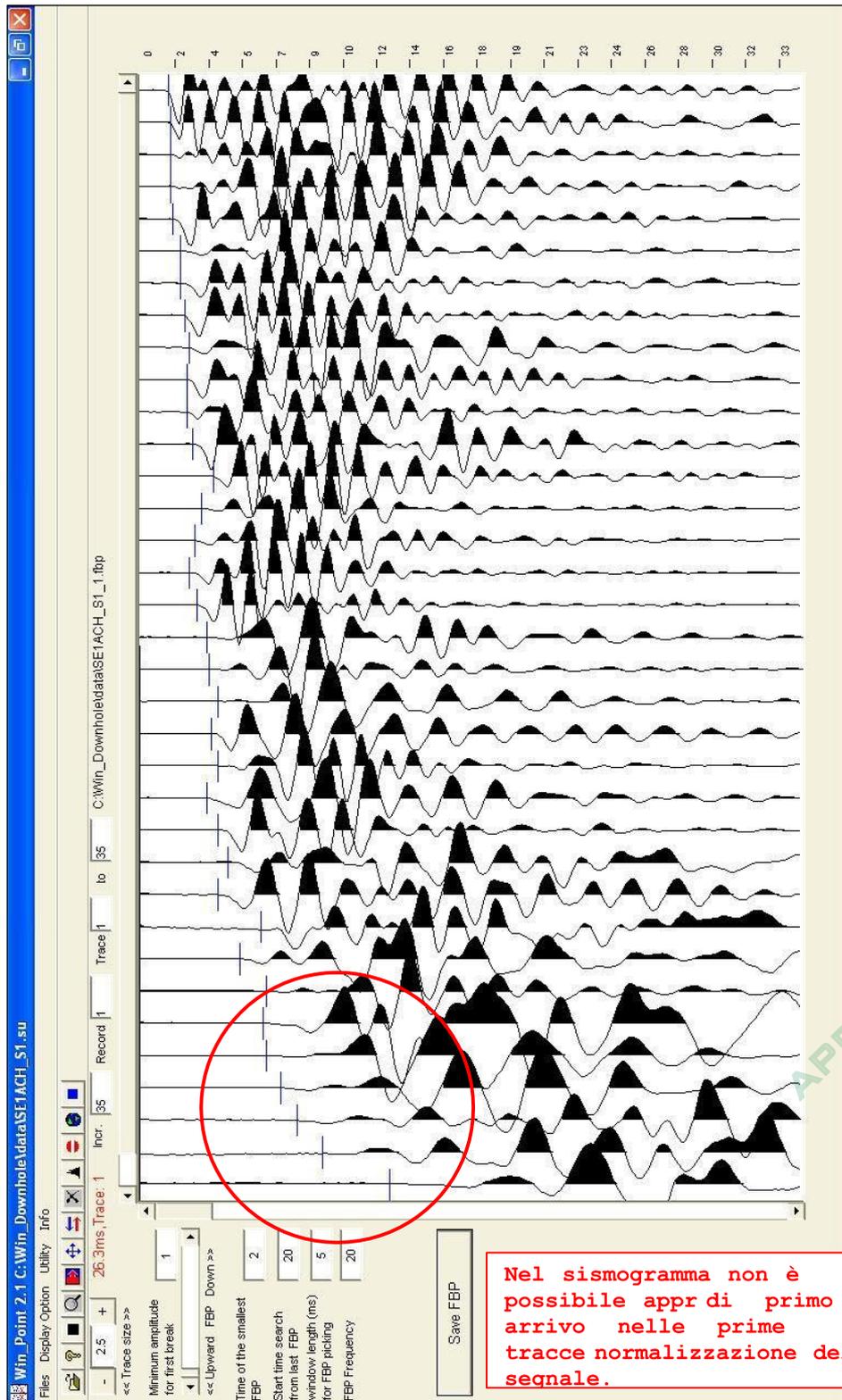


Misure inclinometriche

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



Nel sismogramma non è possibile apprezzare il primo break a arrivo nelle prime tracce normalizzate del segnale.

3.1.7 TABELLA RIASSUNTIVA: CROSSHOLE

Profondità	Tempi onde P	Tempi onde S	Distanza teorica	Scarto inclinometrico	Distanza reale	Velocità onde P	Velocità onde S
1	13.3	20.1	5150	-16.9	5133.1	386	255
2	9.8	19.2	5150	-9.2	5140.8	525	268
3	8.4	20.0	5150	-21.7	5128.3	611	256
4	7.5	15.6	5150	-73.8	5076.2	677	325
5	6.8	14.2	5150	-148.7	5001.3	735	352
6	6.6	12.0	5150	-215.7	4934.3	748	411
7	6.8	10.8	5150	-254.1	4895.9	720	453
8	5.4	9.8	5150	-269.8	4880.2	904	498
9	6.5	10.0	5150	-257.9	4892.1	753	489
10	4.6	8.3	5150	-228.6	4921.4	1070	593
11	4.7	8.5	5150	-198.9	4951.1	1053	582
12	4.2	8.1	5150	-187.2	4962.8	1182	613
13	3.6	7.8	5150	-216.2	4933.8	1371	633
14	4.3	8.0	5150	-253.3	4896.7	1139	612
15	3.9	7.4	5150	-296.6	4853.4	1244	656
16	4.3	7.5	5150	-313.7	4836.3	1125	645
17	3.7	7.2	5150	-335.5	4814.5	1301	669
18	3.6	6.8	5150	-352.9	4797.1	1333	705
19	3.1	6.3	5150	-405.9	4744.1	1530	753
20	2.8	5.7	5150	-481.1	4668.9	1667	819
21	3.0	6.1	5150	-548.3	4601.7	1534	754
22	3.4	7.2	5150	-589.5	4560.5	1341	633
23	3.8	7.0	5150	-639.6	4510.4	1187	644
24	2.9	6.4	5150	-664.1	4485.9	1547	701
25	2.6	6.0	5150	-719.8	4430.2	1704	738
26	2.6	6.3	5150	-785.2	4364.8	1679	693
27	2.7	6.2	5150	-849.1	4300.9	1593	694
28	2.5	6.1	5150	-931.5	4218.5	1687	692
29	2.3	6.1	5150	-998.1	4151.9	1805	681
30	2.2	6.7	5150	-1076.4	4073.6	1852	608
31	1.9	6.5	5150	-1142.8	4007.2	2109	616
32	1.8	6.5	5150	-1231.0	3919.0	2177	603
33	1.8	6.9	5150	-1265.8	3884.2	2158	563
34	1.7	6.3	5150	-1343.2	3806.8	2239	604
35	1.6	5.6	5150	-1427.4	3722.6	2327	665

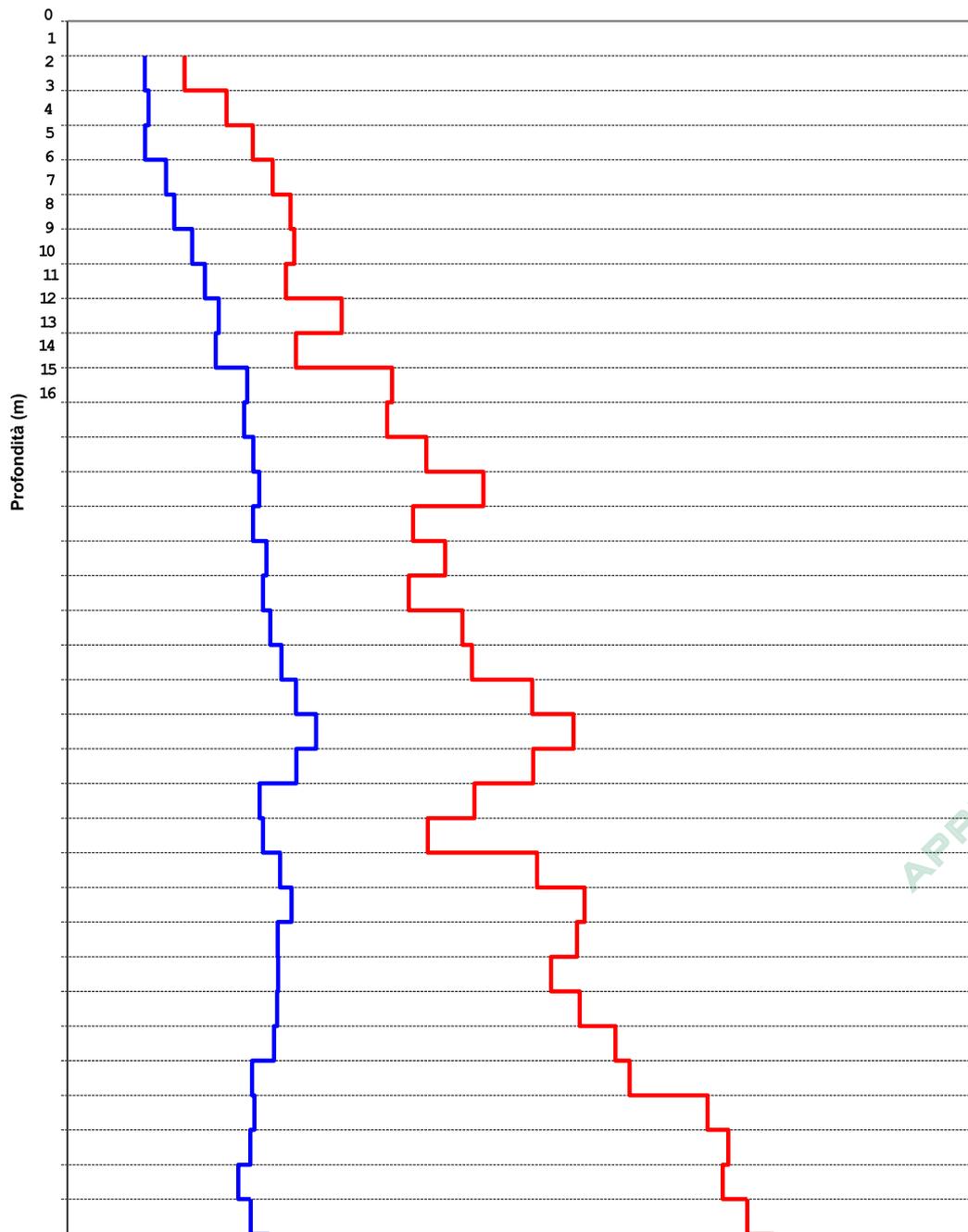
GEOTEC SPA

GEOTECS.p.A.
Via Barbato, 20
Zona Industriale S. Giovanni in Golfo
86100 Campobasso
Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088

PAGINA 13/48

Crosshole

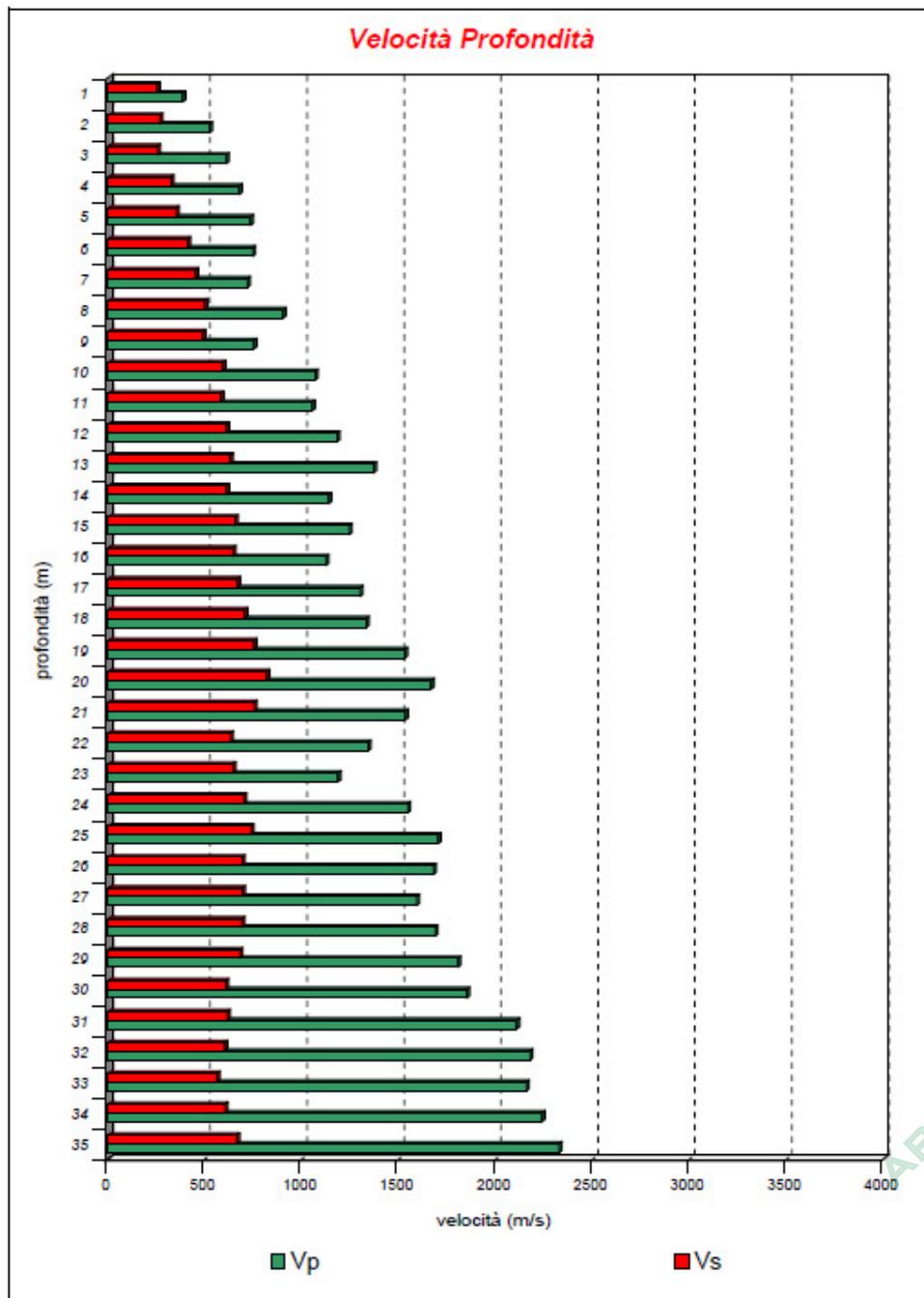
**Elaborazione prova crosshole SE1Ac-h
Comune di Travagliato (BS)**



APPROVATO SDP

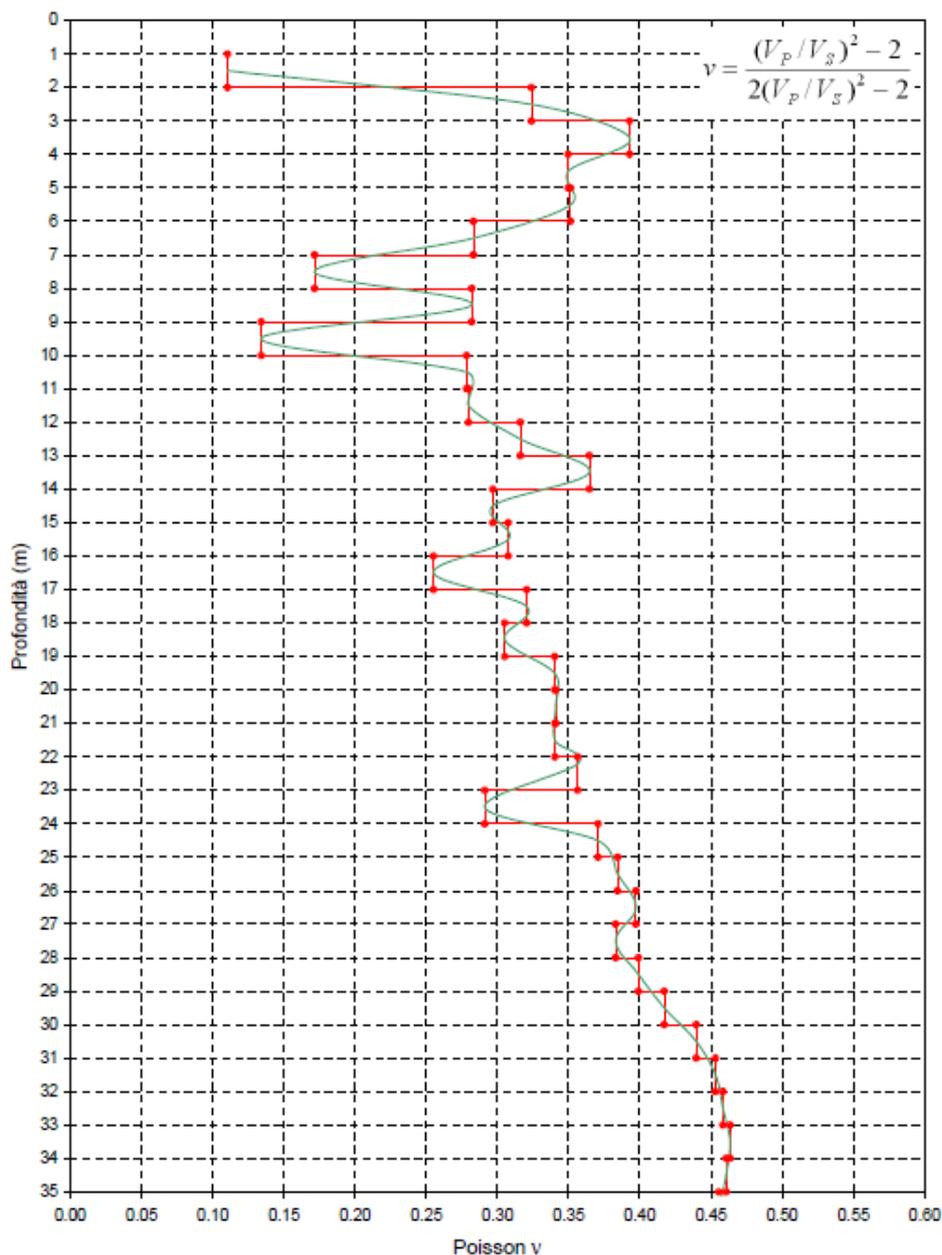
Società di Progetto
Brebemi SpA







Coefficiente di Poisson

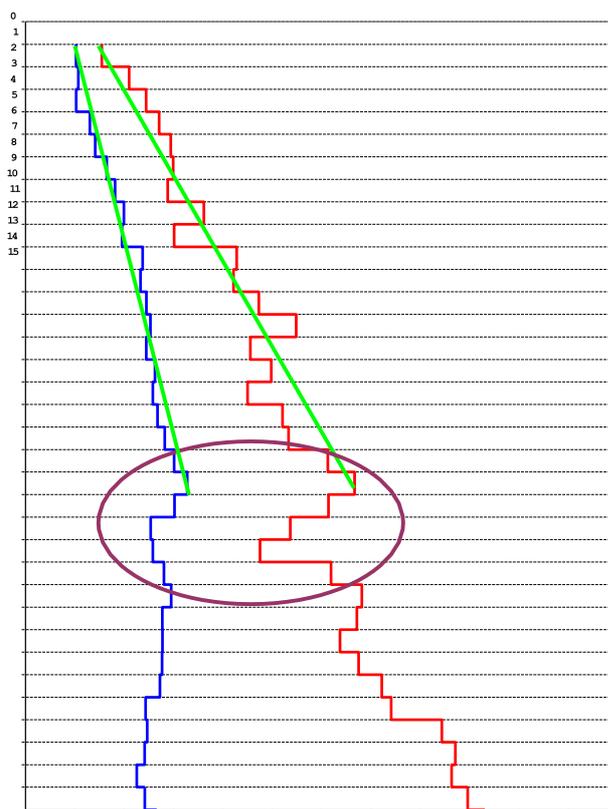


APPROVATO SDP



NOTE:

- Per entrambi i sondaggi, realizzati con perforazione a distruzione, non è possibile procedere ad un confronto diretto con la stratigrafia. Tuttavia considerando le caratteristiche geologiche dell'area, si suppone che i fori di indagine attraversino formazioni principalmente ghiaiose con interstrati sabbiosi.
- Dalle velocità stimate con la prova crosshole si osserva:
 - ☞ Un aumento graduale delle velocità, sia delle onde P che delle S, con la profondità.
 - ☞ Una variazione delle velocità tra 21 e 24 m circa, imputabile ad un probabile cambiamento litologico.



APPROVATO SDP

FORI DI SONDAGGIO: SE5Ac-h(A) SE5Ac-h(B)

COMUNE DI TRAVAGLIATO PROVINCIA DI BRESCIA



	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 30 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTEC S.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 18/48
		Crosshole

RELAZIONE FOTOGRAFICA: ACQUISIZIONE DI CAMPAGNA



Postazione sondaggi
crosshole SE5Ac-h

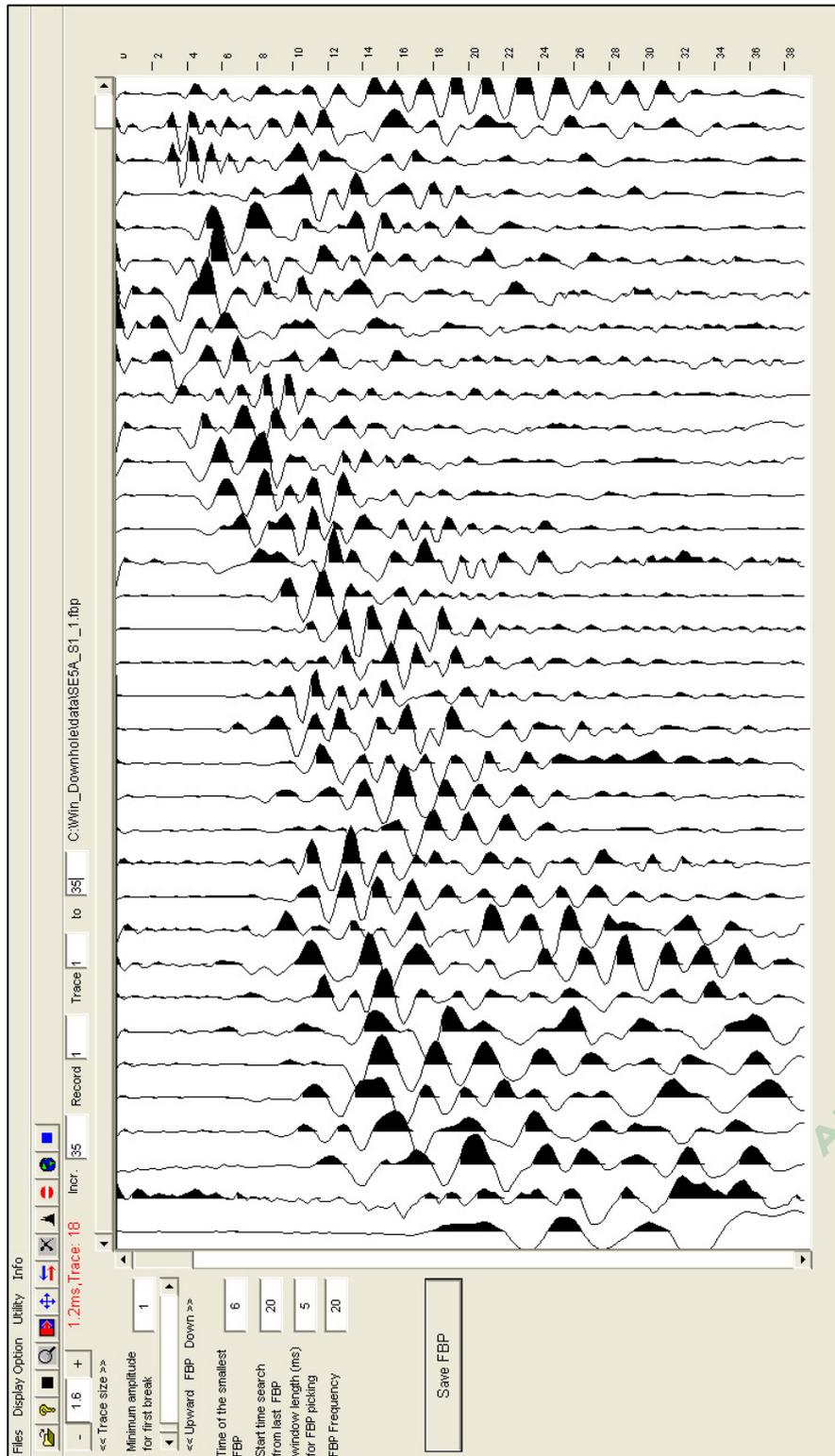


Misure inclinometriche

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



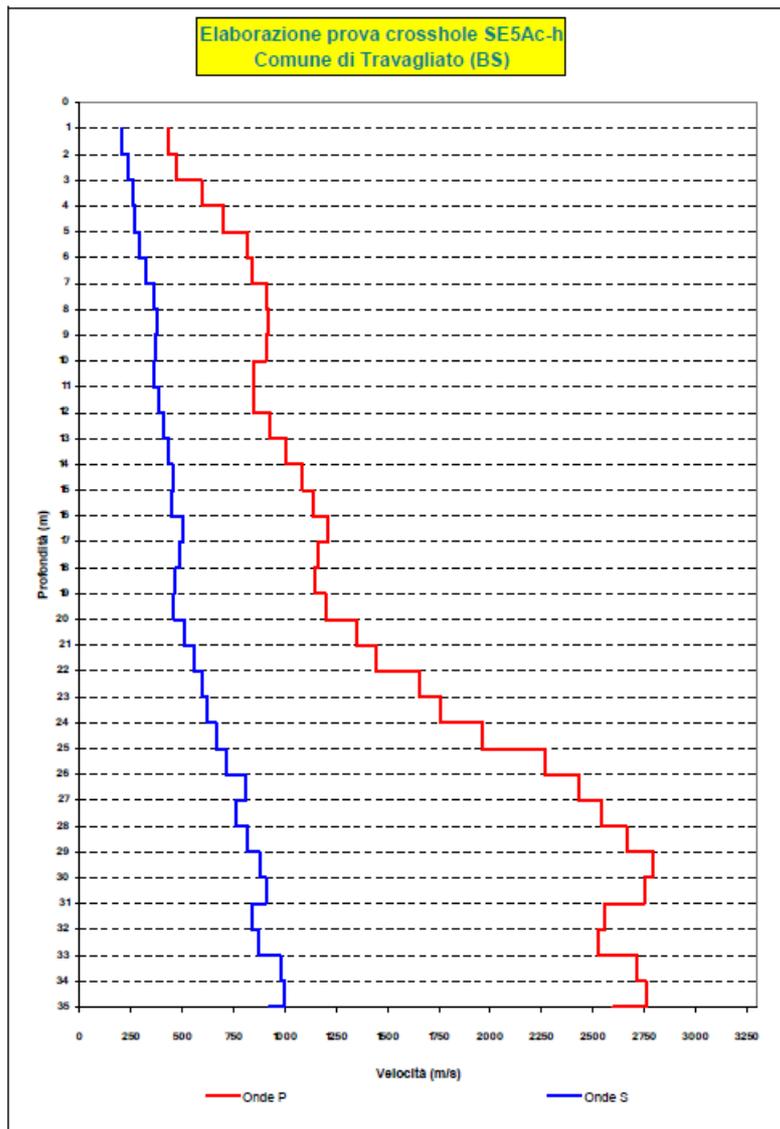
APPROVATO SDP

	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 32 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

GEOTEC SPA	GEOTECS.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 20/48
		Crosshole

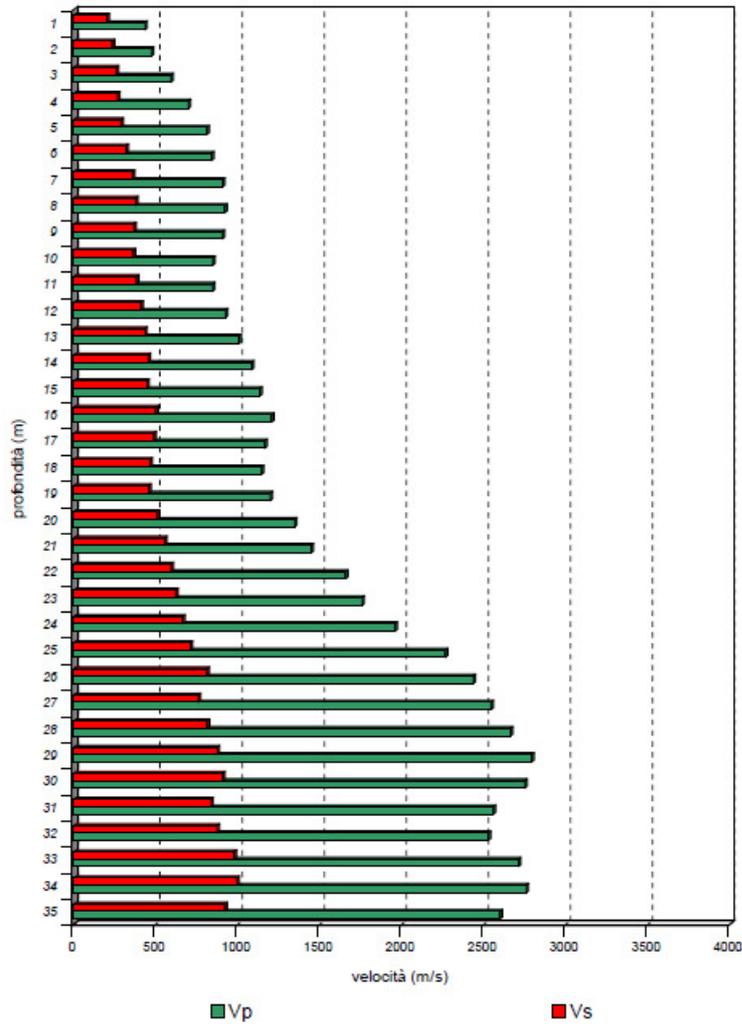
3.1.8 TABELLA RIASSUNTIVA: CROSSHOLE

Profondità	Tempi onde P	Tempi onde S	Distanza teorica	Scarto inclinometrico	Distanza reale	Velocità onde P	Velocità onde S
1	14.0	30.0	6000	74.3	6074.3	434	202
2	13.0	26.0	6000	149.1	6149.1	473	237
3	10.5	24.0	6000	224.8	6224.8	593	259
4	9.0	23.5	6000	289.0	6289.0	699	268
5	7.8	22.0	6000	335.0	6335.0	812	288
6	7.6	20.0	6000	384.2	6384.2	840	319
7	7.1	18.0	6000	450.4	6450.4	909	358
8	7.1	17.3	6000	532.6	6532.6	920	378
9	7.3	18.0	6000	616.1	6616.1	906	368
10	7.9	18.5	6000	699.1	6699.1	848	362
11	8.0	17.7	6000	771.2	6771.2	846	383
12	7.4	16.7	6000	849.9	6849.9	926	410
13	6.9	16.0	6000	944.7	6944.7	1006	434
14	6.5	15.5	6000	1044.4	7044.4	1084	454
15	6.3	16.0	6000	1141.7	7141.7	1134	446
16	6.0	14.5	6000	1237.8	7237.8	1206	499
17	6.3	15.0	6000	1335.3	7335.3	1164	489
18	6.5	16.0	6000	1437.3	7437.3	1144	465
19	6.3	16.5	6000	1551.2	7551.2	1199	458
20	5.7	15.1	6000	1678.8	7678.8	1347	509
21	5.4	14.1	6000	1814.2	7814.2	1447	554
22	4.8	13.4	6000	1948.4	7948.4	1656	593
23	4.6	13.0	6000	2084.5	8084.5	1757	622
24	4.2	12.4	6000	2229.0	8229.0	1959	664
25	3.7	11.8	6000	2382.7	8382.7	2266	710
26	3.5	10.5	6000	2521.7	8521.7	2435	812
27	3.4	11.4	6000	2652.0	8652.0	2545	759
28	3.3	10.8	6000	2786.9	8786.9	2663	814
29	3.2	10.2	6000	2931.4	8931.4	2791	876
30	3.3	10.0	6000	3071.8	9071.8	2749	907
31	3.6	11.0	6000	3206.9	9206.9	2557	837
32	3.7	10.7	6000	3350.2	9350.2	2527	874
33	3.5	9.7	6000	3488.8	9488.8	2711	978
34	3.5	9.7	6000	3651.3	9651.3	2758	995
35	3.9	11.0	6000	4137.0	10137.0	2599	922



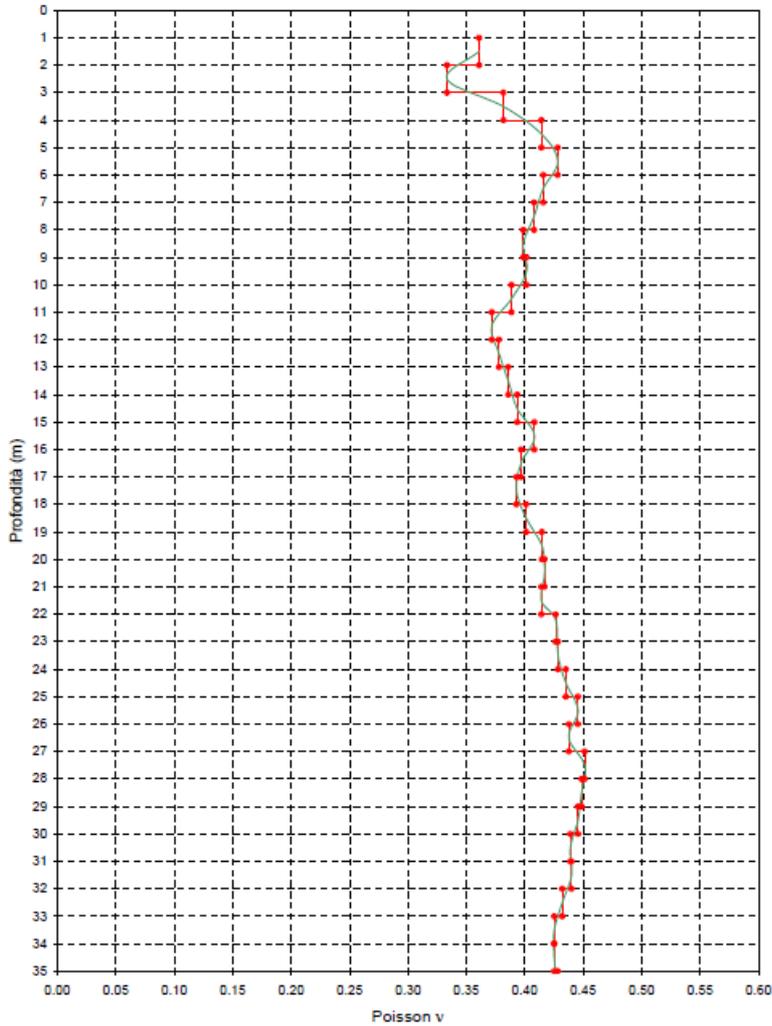
APPROVATO SDP

Velocità Profondità



APPROVATO SDP

Coefficiente di Poisson $\nu = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 2}$



APPROVATO SDP



APPROVATO SDP

—

—

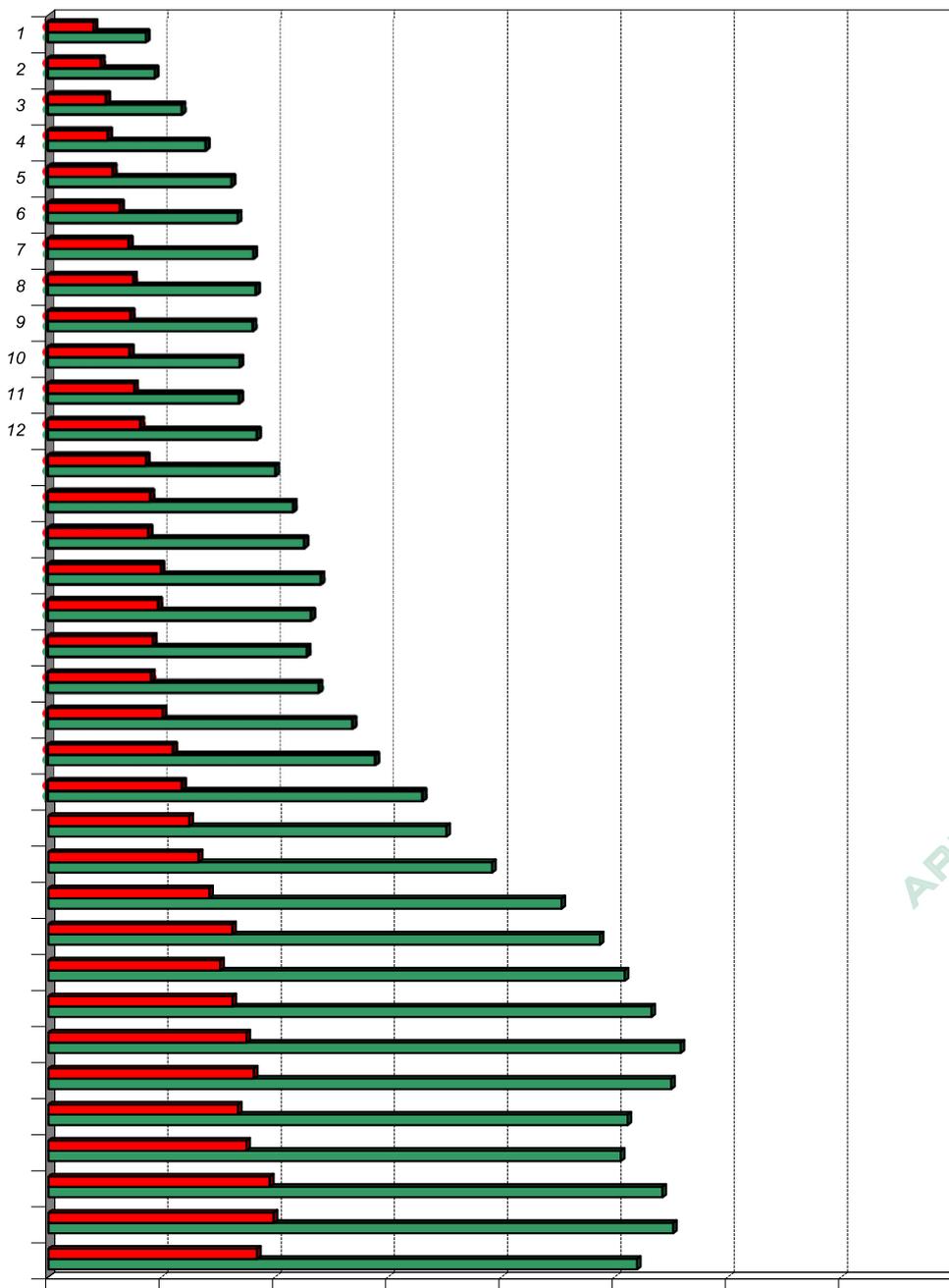
GEOTEC SPA

GEOTECS.p.A.
Via Barbato, 20
Zona Industriale S. Giovanni in Golfo
86100 Campobasso
Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088

PAGINA 22/48

Crosshole

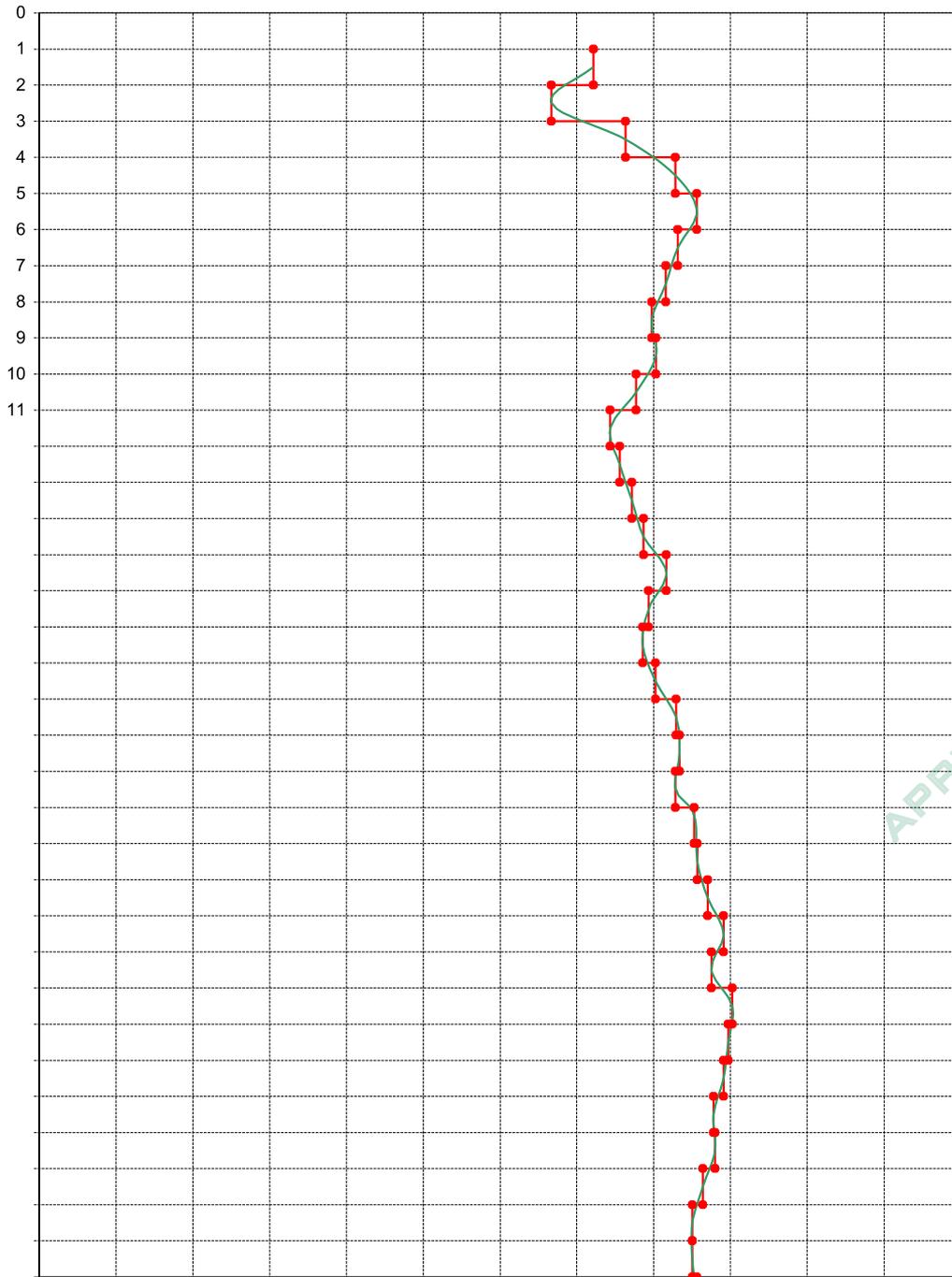
Velocità Profondità



Società di Progetto
Brebemi SpA

Coefficiente di Poisson

$$\nu = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 2}$$



APPROVATO SDP

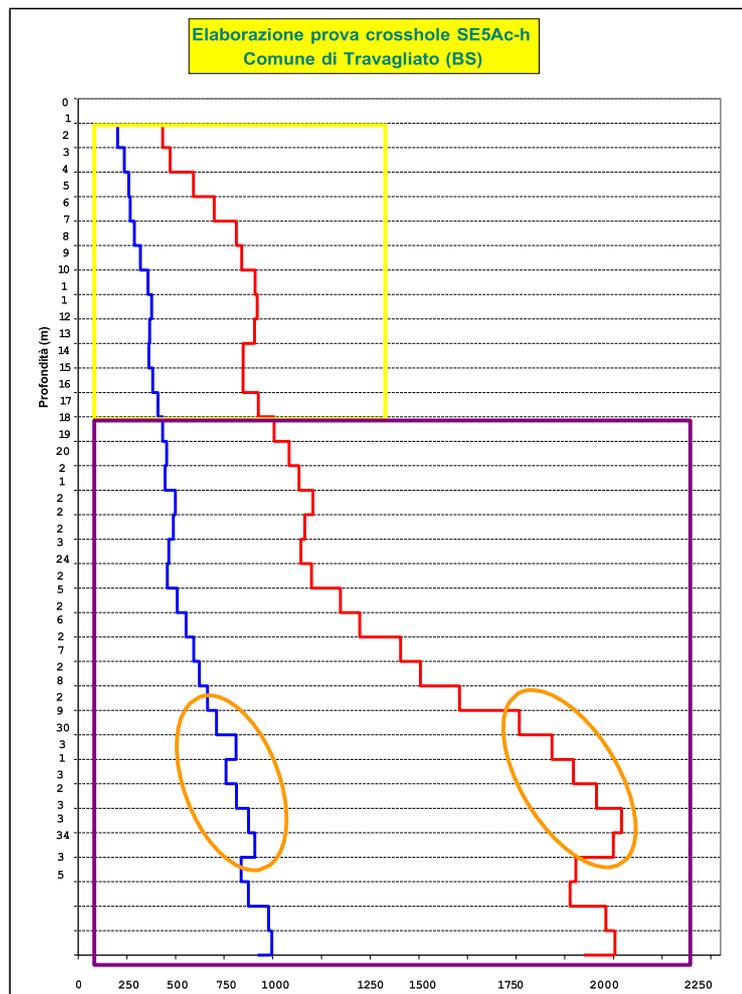
	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 39 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTEC S.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 24/48
		<i>Crosshole</i>

3.1.9 NOTE:

Le velocità stimate con la prova crosshole trovano riscontro con la stratigrafia:

- ☞ Pacchetto iniziale dal piano campagna fino a circa 13m con aumento graduale della velocità, corrispondente a terreni costituiti principalmente da sabbia ghiaiosa debolmente limosa;
- ☞ Velocità gradualmente crescenti con la profondità fino a fondo foro, intervallo in cui prevale la presenza di sabbia ghiaiosa. Inoltre si possono individuare, alle maggiori profondità, 2 strati con caratteristiche geofisiche e geotecniche diverse:
 - a. tra 25 e 31m costituito da ghiaia con sabbia e contrassegnato da un aumento delle velocità
 - b. tra 31m e fondo foro costituito da sabbia ghiaiosa debolmente limosa, segnato da una diminuzione delle velocità, relativamente allo strato precedente.



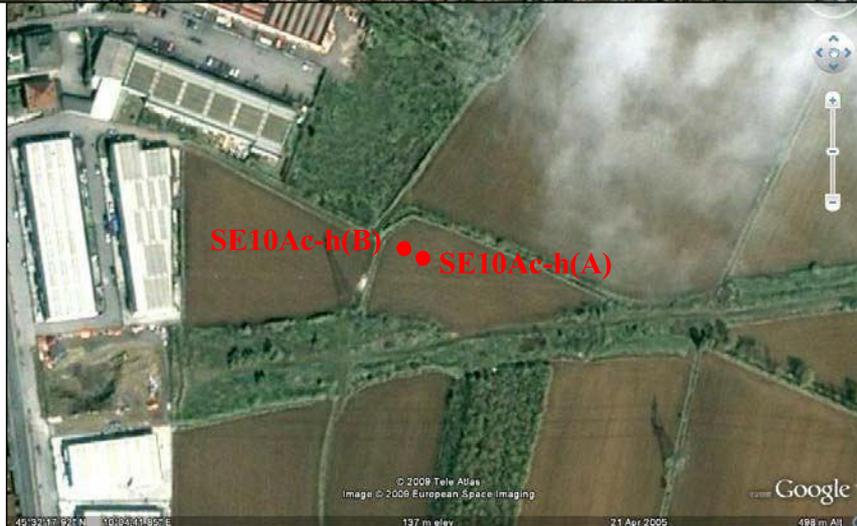
APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



FORI DI SONDAGGIO: SE10Ac-h(A) SE10Ac-h(B)

COMUNE DI TRAVAGLIATO PROVINCIA DI BRESCIA



APPROVATO SDP

	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 41 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTECS.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 26/48
		<i>Crosshole</i>

RELAZIONE FOTOGRAFICA: ACQUISIZIONE DI CAMPAGNA



**Postazione sondaggi
crosshole SE10Ac-h**

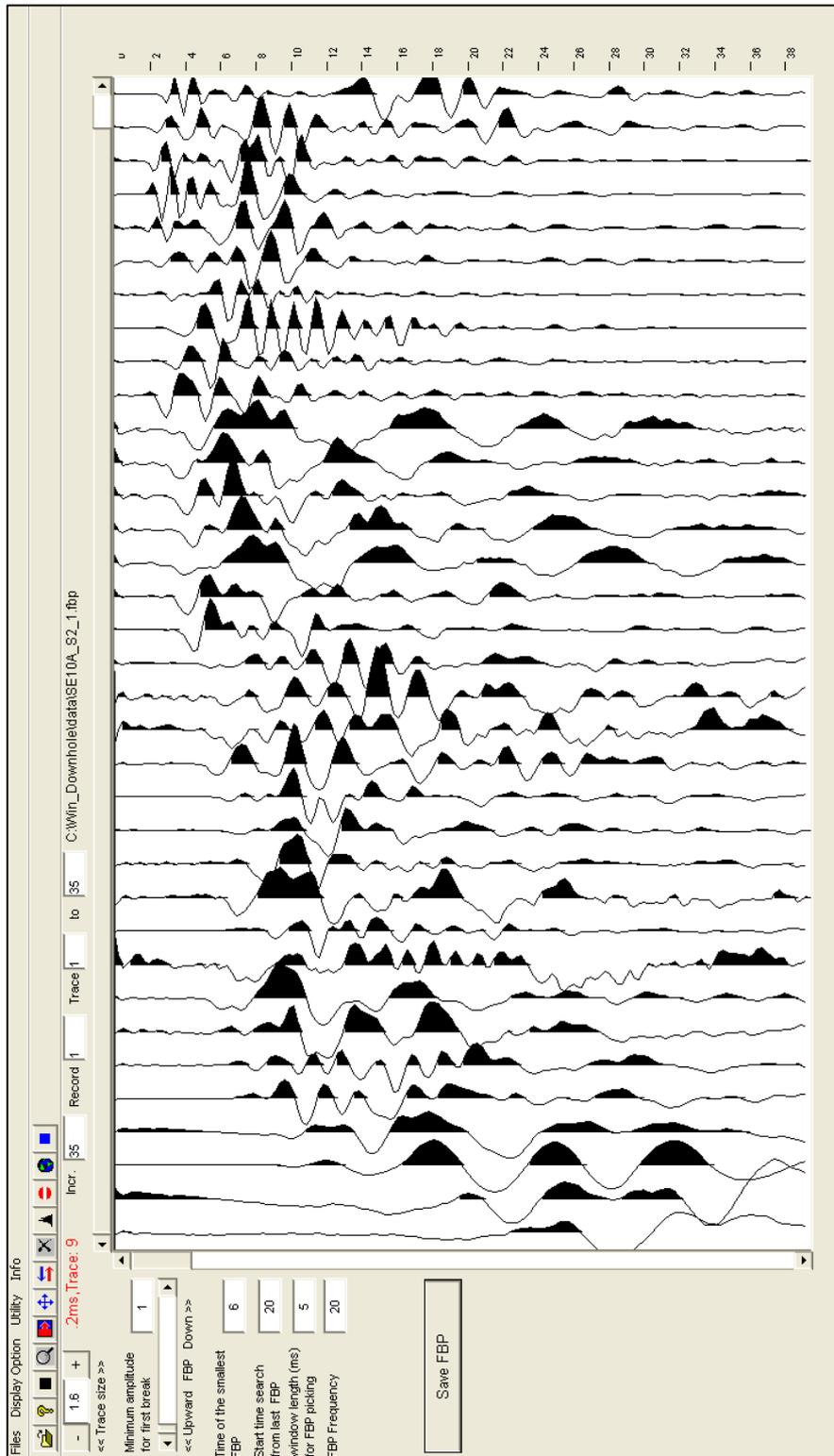


Misure inclinometriche

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



APPROVATO SDP

GEOTEC SPA

GEOTEC S.p.A.
Via Barbato, 20
Zona Industriale S. Giovanni in Golfo
86100 Campobasso
Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088

PAGINA 28/48

Crosshole

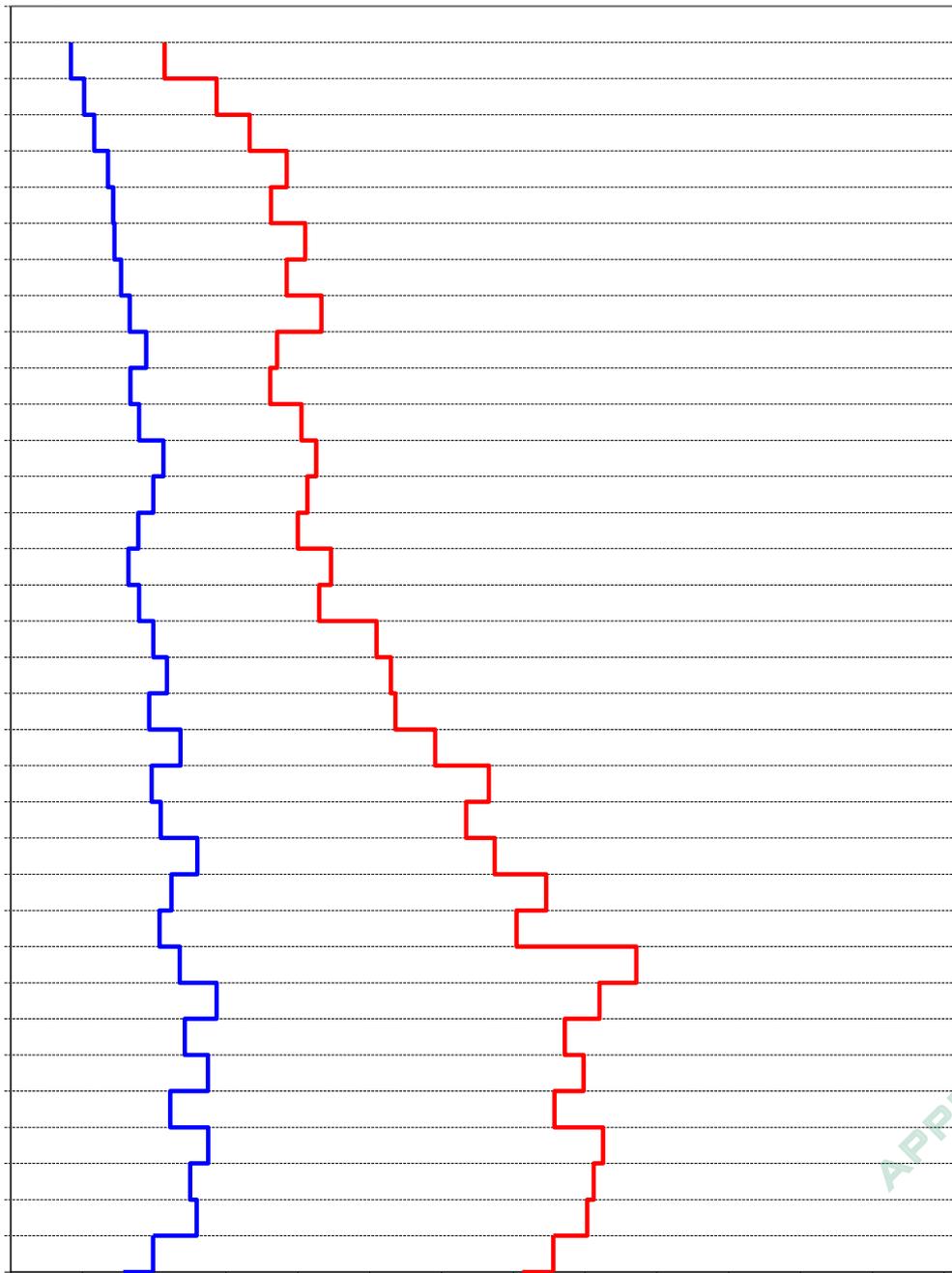
3.1.10 **TABELLA RIASSUNTIVA: CROSSHOLE**

Società di Progetto
Geotec S.p.A.

Profondità	Tempi onde P	Tempi onde S	Distanza teorica	Scarto inclinometrico	Distanza reale	Velocità onde P	Velocità onde S
------------	--------------	--------------	------------------	-----------------------	----------------	-----------------	-----------------

1	11.0	28.0	5900	-5.0	5895.0	536	211
2	8.2	23.0	5900	-20.5	5879.5	717	256
3	7.0	20.0	5900	-72.3	5827.7	833	291
4	6.0	17.0	5900	-137.2	5762.8	960	339
5	6.3	16.0	5900	-189.9	5710.1	906	357
6	5.5	15.6	5900	-261.3	5638.7	1025	361
7	5.8	14.5	5900	-329.3	5570.7	960	384
8	5.1	13.3	5900	-384.7	5515.3	1081	415
9	5.9	11.6	5900	-430.3	5469.7	927	472
10	6.0	13.0	5900	-479.6	5420.4	903	417
11	5.3	12.0	5900	-537.1	5362.9	1012	447
12	5.0	10.0	5900	-584.0	5316.0	1063	532
13	5.1	10.6	5900	-632.7	5267.3	1033	497
14	5.2	11.7	5900	-699.2	5200.8	1000	445
15	4.6	12.5	5900	-771.0	5129.0	1115	410
16	4.7	11.3	5900	-851.5	5048.5	1074	447
17	3.9	10.0	5900	-930.7	4969.3	1274	497
18	3.7	9.0	5900	-999.9	4900.1	1324	544
19	3.6	10.0	5900	-1078.9	4821.1	1339	482
20	3.2	8.0	5900	-1168.4	4731.6	1479	591
21	2.8	9.5	5900	-1239.6	4660.4	1664	491
22	2.9	8.8	5900	-1301.9	4598.1	1586	523
23	2.7	7.0	5900	-1351.9	4548.1	1684	650
24	2.4	8.0	5900	-1425.0	4475.0	1865	559
25	2.5	8.5	5900	-1496.8	4403.2	1761	518
26	2.0	7.4	5900	-1543.3	4356.7	2178	589
27	2.1	6.0	5900	-1595.3	4304.7	2050	717
28	2.2	7.0	5900	-1656.5	4243.5	1929	606
29	2.1	6.1	5900	-1710.5	4189.5	1995	687
30	2.2	7.5	5900	-1735.1	4164.9	1893	555
31	2.0	6.0	5900	-1774.3	4125.7	2063	688
32	2.0	6.5	5900	-1839.0	4061.0	2030	625
33	2.0	6.2	5900	-1885.5	4014.5	2007	648
34	2.1	8.0	5900	-1932.7	3967.3	1889	496
35	2.2	10.0	5900	-1979.4	3920.6	1782	392

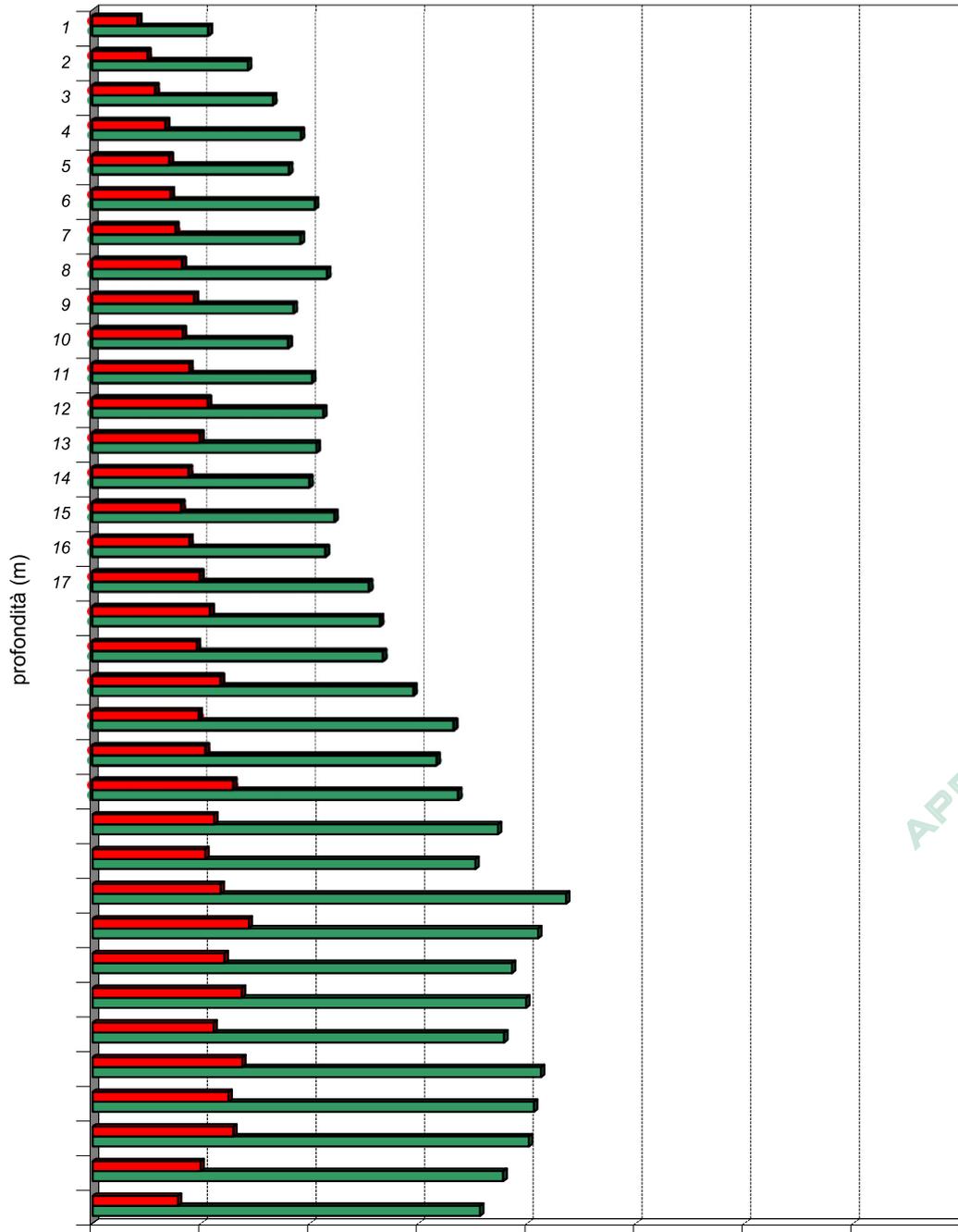
APPROVATO SDP



APPROVATO SDP

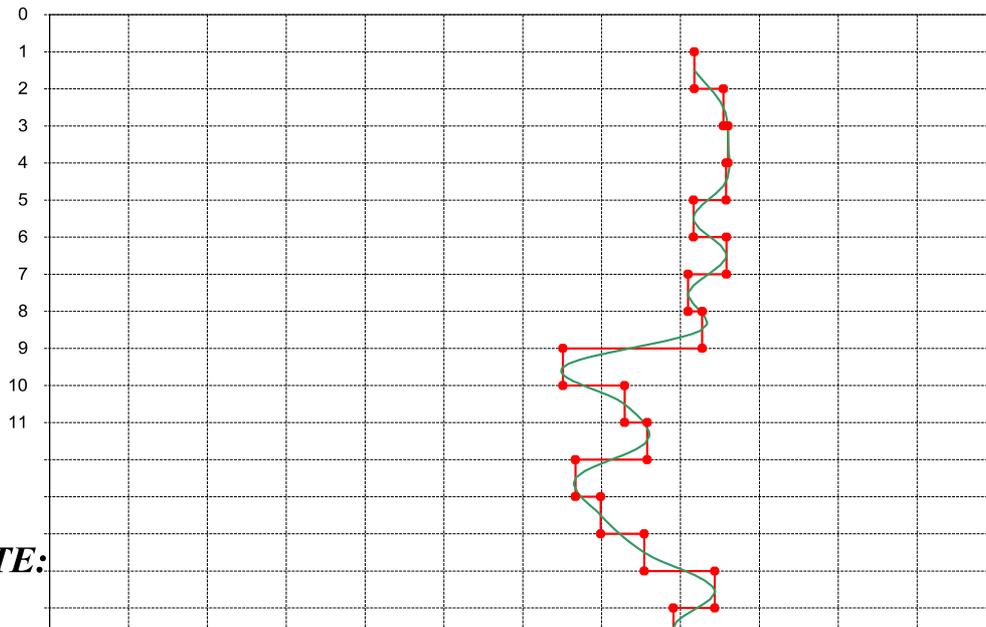


Velocità Profondità



APPROVATO SDP

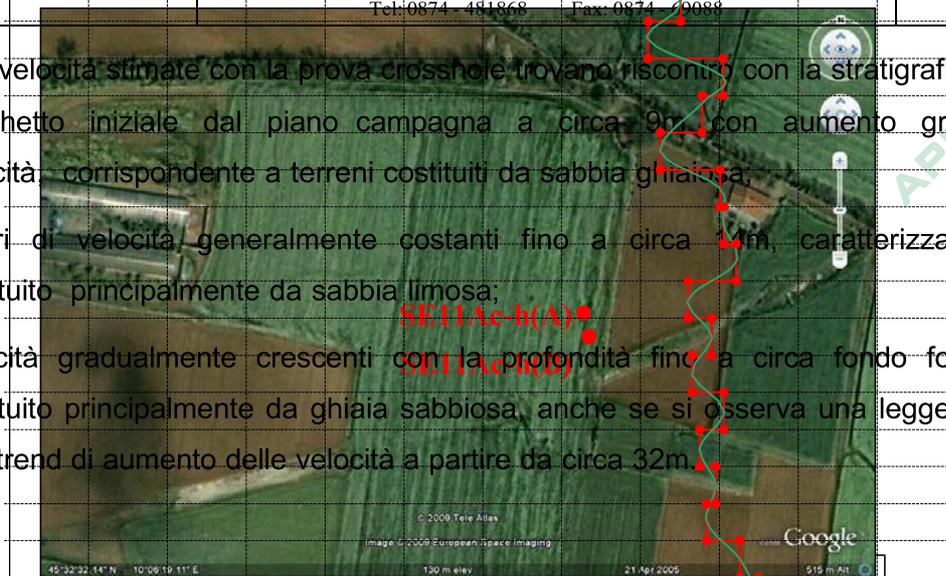
Coefficiente di Poisson



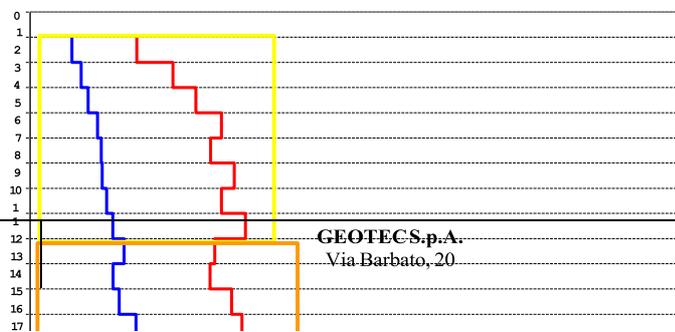
3.1.11 NOTE:

Le velocità stimate con la prova crosshole trovano riscontro con la stratigrafia:

- ☞ Pacchetto iniziale dal piano campagna a circa 9m con aumento graduale della velocità corrispondente a terreni costituiti da sabbia ghiaiosa;
- ☞ Valori di velocità generalmente costanti fino a circa 14m, caratterizzanti lo strato costituito principalmente da sabbia limosa;
- ☞ Velocità gradualmente crescenti con la profondità fino a circa fondo foro, intervallo costituito principalmente da ghiaia sabbiosa, anche se si osserva una leggera inversione del trend di aumento delle velocità a partire da circa 32m.



Elaborazione prova crosshole SE1046-11
Comune di Travagliato (BS)



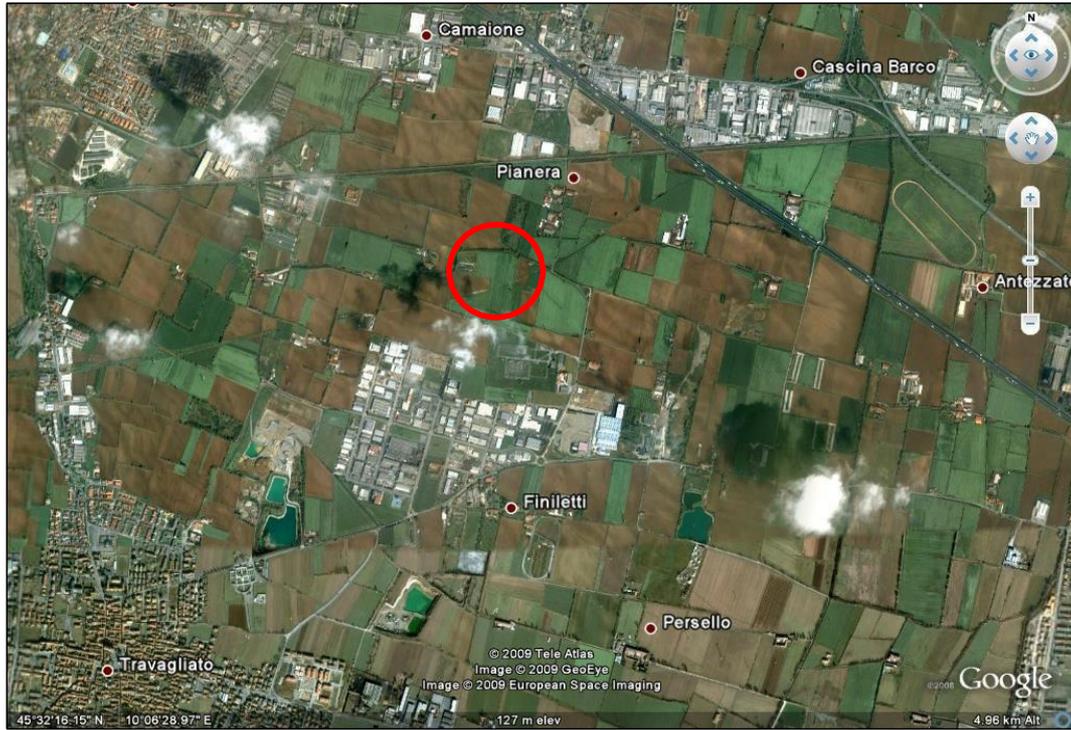
GEOTEC SPA

Zona Industriale S. Giovanni in Golfo
86100 Campobasso

Crosshole

FORI DI SONDAGGIO: SE11Ac-h(A) SE11Ac-h(B)

COMUNE DI CASTEGNATO PROVINCIA DI BRESCIA



APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

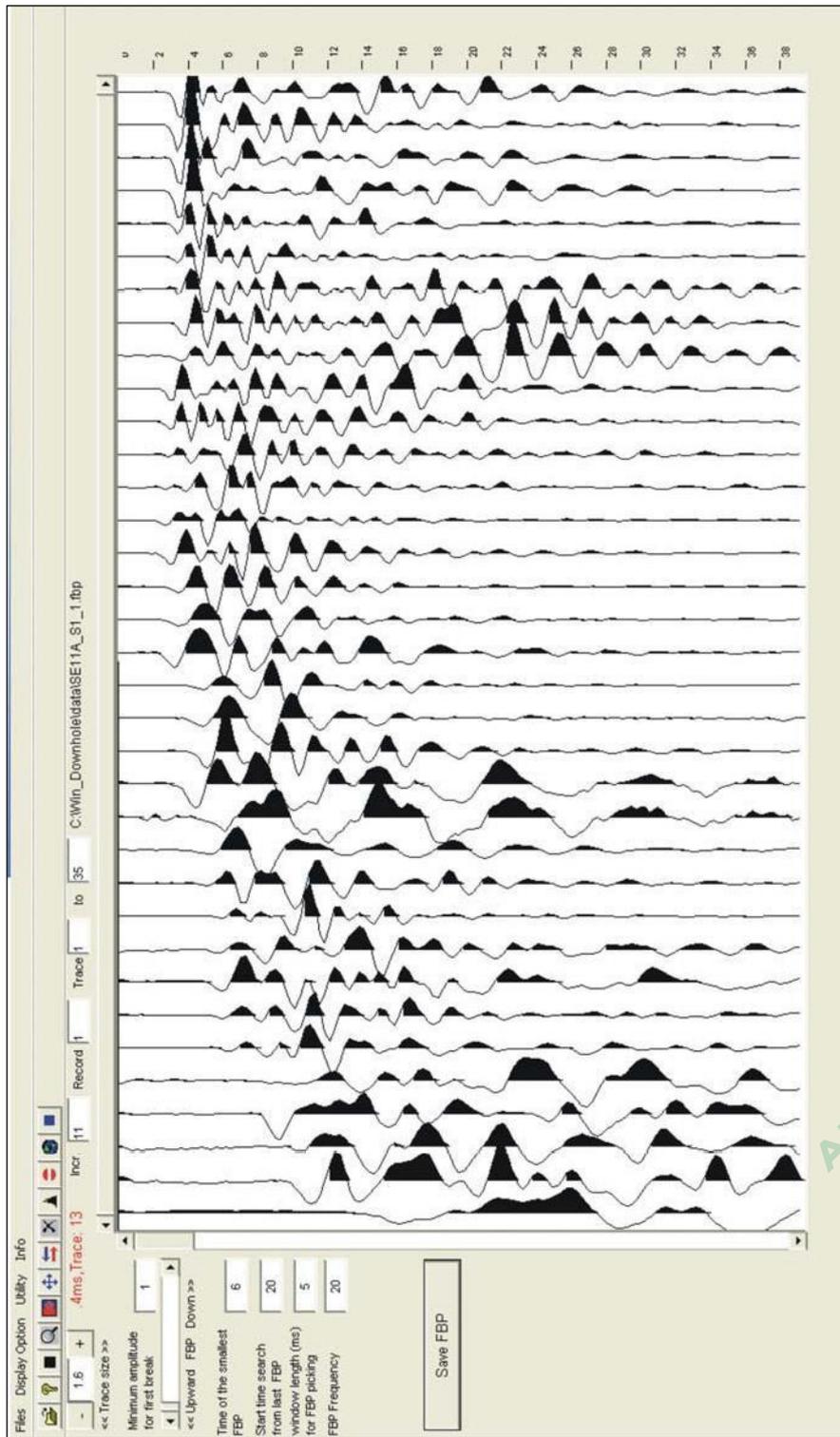
RELAZIONE FOTOGRAFICA: ACQUISIZIONE DI CAMPAGNA



**Postazione sondaggi
crosshole SE11Ac-h**



Misure inclinometriche



APPROVATO SDP

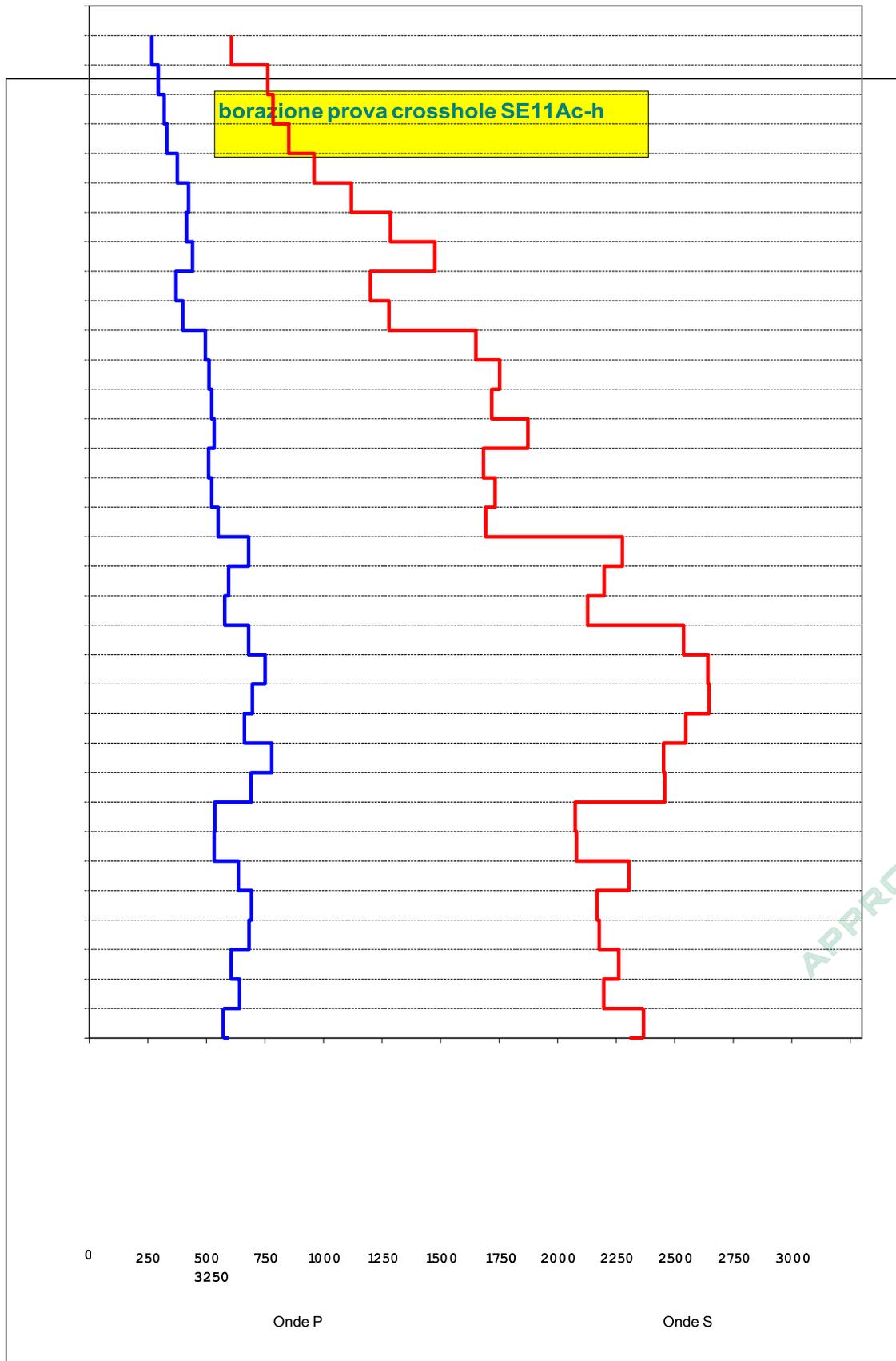


	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 50 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTECS.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 36/48
		<i>Crosshole</i>

3.1.12 TABELLA RIASSUNTIVA: CROSSHOLE

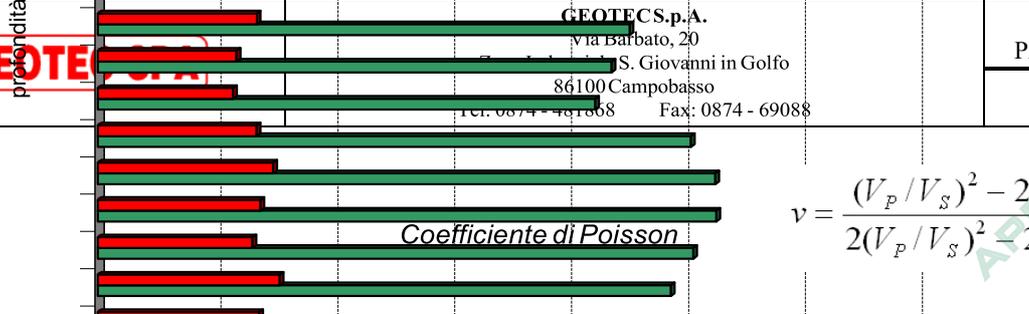
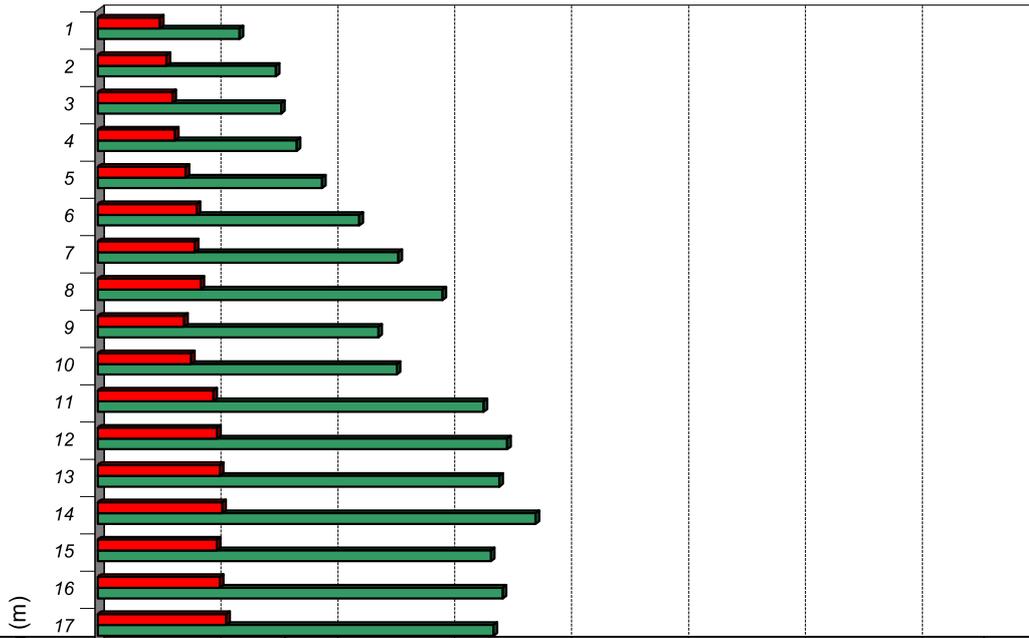
Profondità	Tempi onde P	Tempi onde S	Distanza teorica	Scarto inclinometrico	Distanza reale	Velocità onde P	Velocità onde S
1	10.1	23.0	6100	27.7	6127.7	607	266
2	8.1	21.0	6100	72.3	6172.3	762	294
3	7.9	19.4	6100	101.2	6201.2	785	320
4	7.3	18.8	6100	117.8	6217.8	852	331
5	6.5	16.6	6100	139.3	6239.3	960	376
6	5.6	14.8	6100	166.3	6266.3	1119	423
7	4.9	15.2	6100	200.5	6300.5	1286	415
8	4.3	14.4	6100	242.5	6342.5	1475	440
9	5.3	17.2	6100	263.6	6363.6	1201	370
10	5.0	16.0	6100	296.9	6396.9	1279	400
11	3.9	13.0	6100	338.4	6438.4	1651	495
12	3.7	12.7	6100	381.8	6481.8	1752	510
13	3.8	12.5	6100	428.4	6528.4	1718	522
14	3.5	12.3	6100	455.4	6555.4	1873	533
15	3.9	12.9	6100	462.8	6562.8	1683	509
16	3.8	12.6	6100	484.0	6584.0	1733	523
17	3.9	12.0	6100	501.2	6601.2	1693	550
18	2.9	9.7	6100	500.2	6600.2	2276	680
19	3.0	11.1	6100	495.9	6595.9	2199	594
20	3.1	11.4	6100	497.8	6597.8	2128	579
21	2.6	9.7	6100	498.0	6598.0	2538	680
22	2.5	8.8	6100	504.9	6604.9	2642	751
23	2.5	9.5	6100	516.7	6616.7	2647	696
24	2.6	10.0	6100	523.8	6623.8	2548	662
25	2.7	8.5	6100	520.9	6620.9	2452	779
26	2.7	9.6	6100	533.4	6633.4	2457	691
27	3.2	12.4	6100	537.8	6637.8	2074	535
28	3.2	12.5	6100	556.5	6656.5	2080	533
29	2.9	10.5	6100	584.3	6684.3	2305	637
30	3.1	9.7	6100	622.1	6722.1	2168	693
31	3.1	9.9	6100	650.0	6750.0	2177	682
32	3.0	11.2	6100	682.3	6782.3	2261	606
33	3.1	10.6	6100	709.3	6809.3	2197	642
34	2.9	12.0	6100	763.6	6863.6	2367	572
35	3.0	11.6	6100	819.4	6919.4	2306	597



APPROVATO SDP

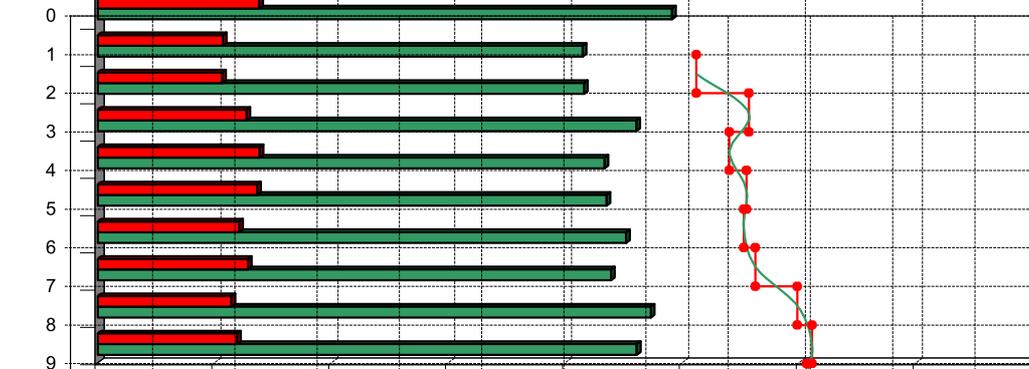


Velocità Profondità



Coefficiente di Poisson

$$\nu = \frac{(V_P / V_S)^2 - 2}{2(V_P / V_S)^2 - 2}$$



	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 53 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

GEOTEC SPA	GEOTEC S.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 40/48
		<i>Crosshole</i>

3.1.13 NOTE:

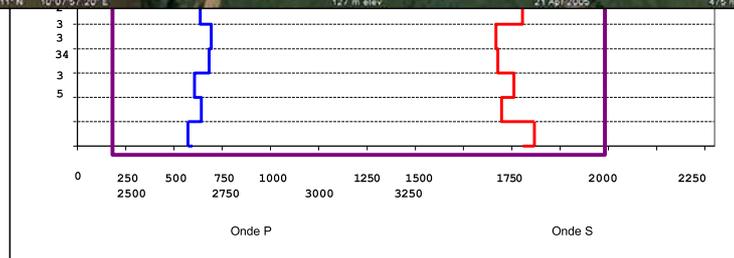
Le velocità stimate con la prova crosshole trovano ottimo riscontro con la stratigrafia:

- ☞ Pacchetto iniziale dal piano campagna fino a circa 10m con aumento graduale della velocità, corrispondente a terreni costituiti da sabbia ghiaiosa, in particolare è evidente anche lo strato di limo sabbioso tra i 9 e 10m;
- ☞ Velocità gradualmente crescenti con la profondità fino a circa 24m, nell'intervallo in cui prevalgono i terreni costituiti da ghiaia sabbiosa, con un interstrato di sabbia ghiaiosa compreso tra 13 e 22m, in cui si osserva una diminuzione di velocità;
- ☞ Diminuzione della velocità a partire da 25m fino a fondo foro, per il passaggio a terreni principalmente costituiti da limo argilloso e sabbioso.



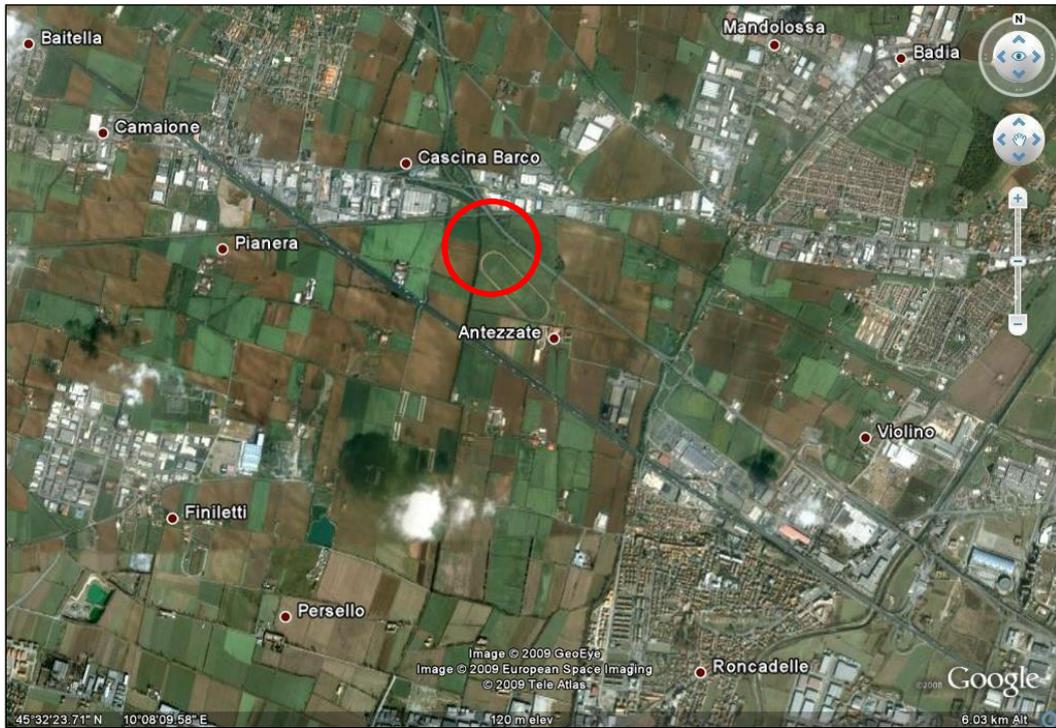
GEOTEC SPA	SE15Ac-h(B) SE15Ac-h(A) GEOECS.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 41/48
		<i>Crosshole</i>

FORI DI SONDAGGIO: SE15Ac-h(A) SE15Ac-h(B)



Società di Progetto
Brebemi SpA

COMUNE DI RONCADELLE PROVINCIA DI BRESCIA



APPROVATO SDP

	Doc. N. 66021-00009-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04ROEII100009000000200	REV. A00	FOGLIO 55 di 62
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

	GEOTEC S.p.A. Via Barbato, 20 Zona Industriale S. Giovanni in Golfo 86100 Campobasso Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088	PAGINA 42/48
		<i>Crosshole</i>

RELAZIONE FOTOGRAFICA: ACQUISIZIONE DI CAMPAGNA



**Postazione sondaggi
crosshole SE15Ac-h**

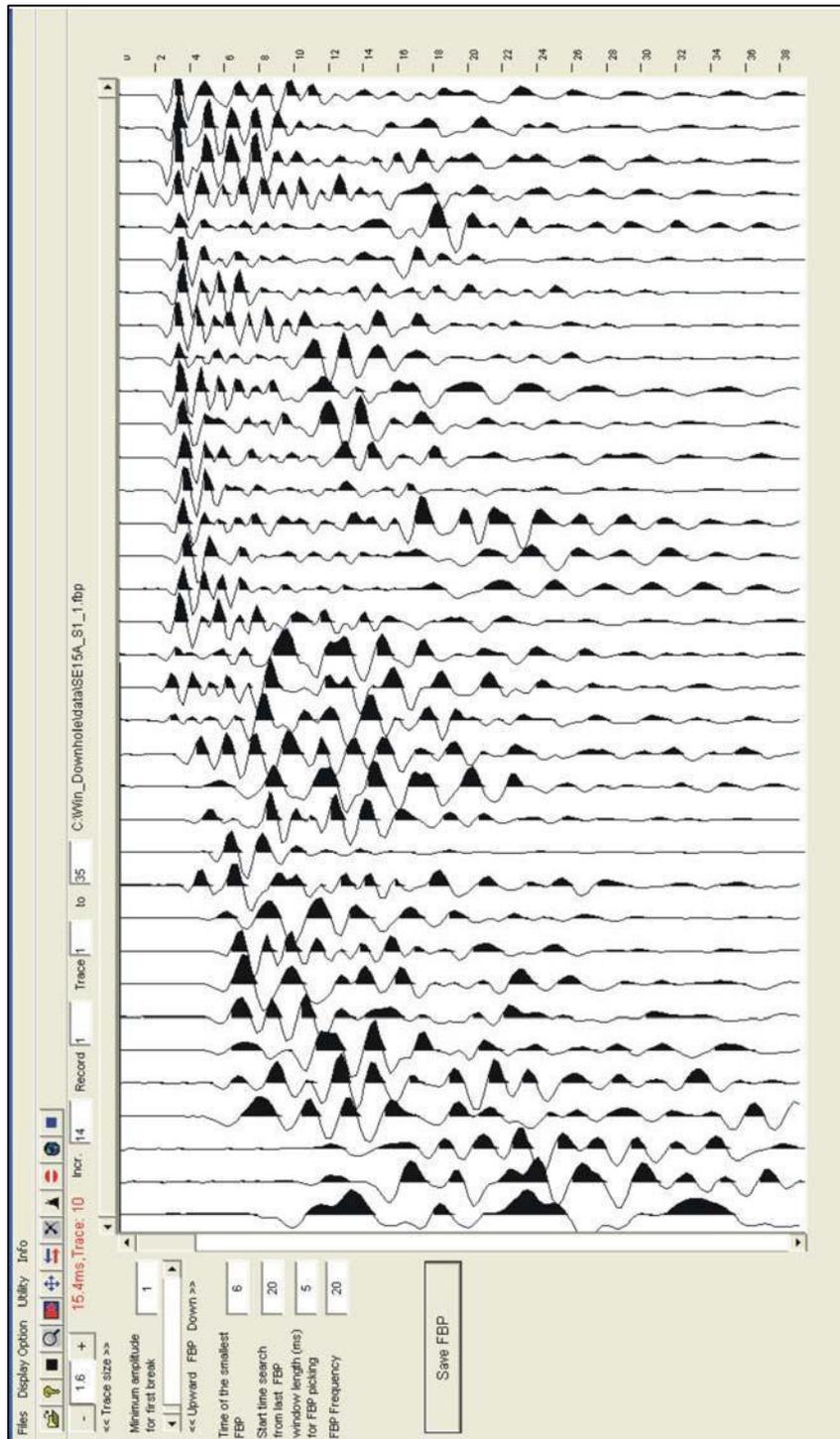


Misure inclinometriche

PROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



APPROVATO SDP

GEOTEC SPA

GEOTEC S.p.A.
Via Barbato, 20
Zona Industriale S. Giovanni in Golfo
86100 Campobasso
Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088

PAGINA 44/48

Crosshole

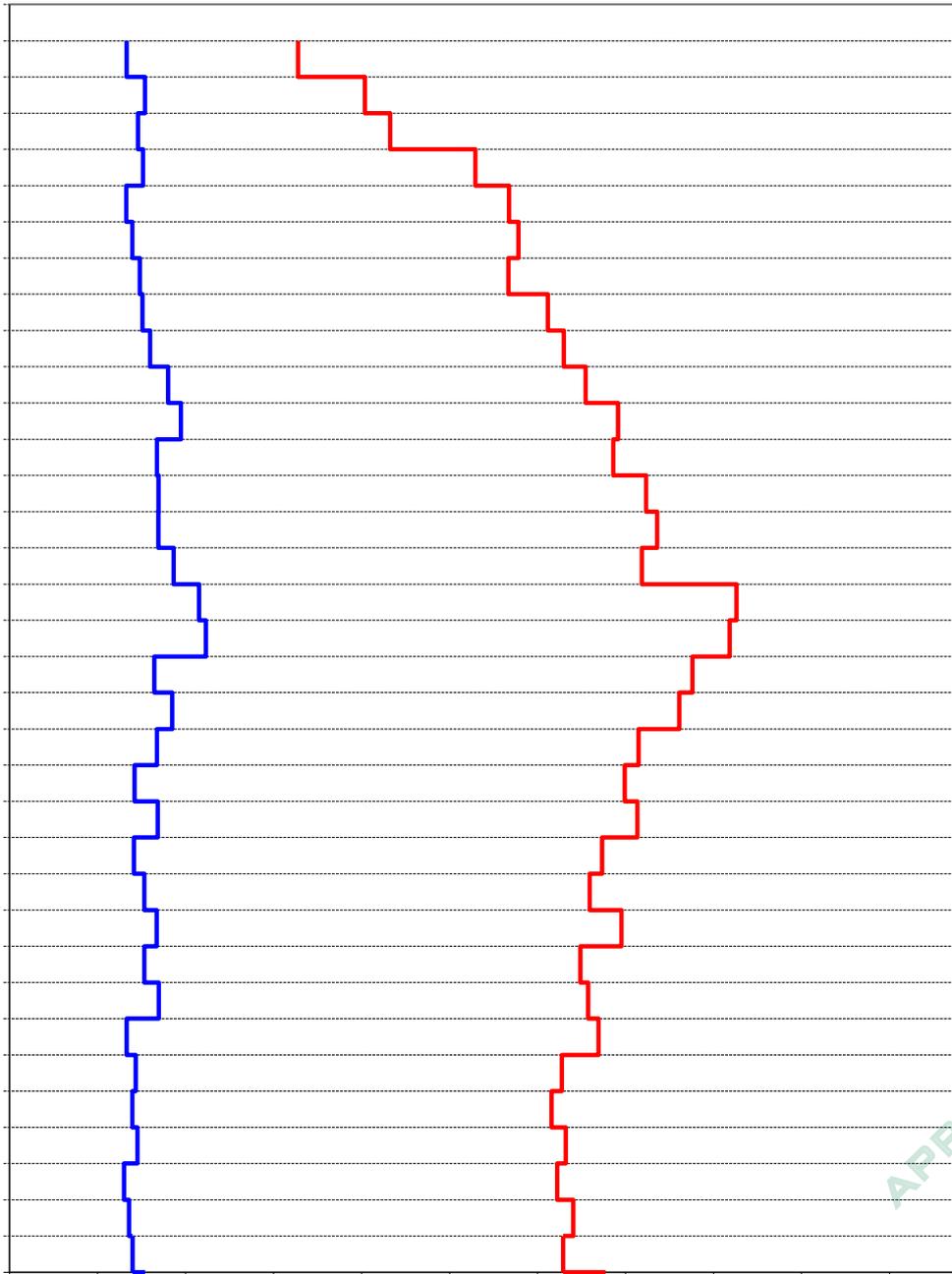
3.1.14 TABELLA RIASSUNTIVA: CROSSHOLE

Società di Progetto
Brebemi SpA

Profondità	Tempi onde P	Tempi onde S	Distanza teorica	Scarto inclinometrico	Distanza reale	Velocità onde P	Velocità onde S
1	7.3	18.0	6000	-22.8	5977.2	819	332
2	5.9	15.5	6000	-44.2	5955.8	1009	384

3	5.5	16.3	6000	-51.9	5948.1	1081	365
4	4.5	15.7	6000	-47.0	5953.0	1323	379
5	4.2	18.0	6000	-42.2	5957.8	1419	331
6	4.1	17.0	6000	-72.8	5927.2	1446	349
7	4.1	15.7	6000	-189.8	5810.2	1417	370
8	3.7	15.0	6000	-342.4	5657.6	1529	377
9	3.5	13.8	6000	-490.7	5509.3	1574	399
10	3.3	12.0	6000	-599.5	5400.5	1637	450
11	3.1	11.0	6000	-641.7	5358.3	1728	487
12	3.1	12.7	6000	-682.1	5317.9	1715	419
13	2.9	12.4	6000	-754.8	5245.2	1809	423
14	2.8	12.2	6000	-849.2	5150.8	1840	422
15	2.8	10.8	6000	-970.3	5029.7	1796	466
16	2.4	9.2	6000	-1044.3	4955.7	2065	539
17	2.4	8.8	6000	-1089.4	4910.6	2046	558
18	2.5	11.8	6000	-1150.4	4849.6	1940	411
19	2.5	10.3	6000	-1243.7	4756.3	1903	462
20	2.6	11.1	6000	-1354.5	4645.5	1787	419
21	2.6	12.8	6000	-1454.8	4545.2	1748	355
22	2.5	10.6	6000	-1540.4	4459.6	1784	421
23	2.6	12.4	6000	-1624.2	4375.8	1683	353
24	2.6	11.2	6000	-1715.0	4285.0	1648	383
25	2.4	10.0	6000	-1826.6	4173.4	1739	417
26	2.5	10.6	6000	-1945.5	4054.5	1622	382
27	2.4	9.3	6000	-2054.6	3945.4	1644	424
28	2.3	11.6	6000	-2151.5	3848.5	1673	332
29	2.4	10.5	6000	-2234.9	3765.1	1569	359
30	2.4	10.6	6000	-2305.8	3694.2	1539	349
31	2.3	10.0	6000	-2367.1	3632.9	1580	363
32	2.3	11.0	6000	-2421.4	3578.6	1556	325
33	2.2	10.4	6000	-2476.3	3523.7	1602	339
34	2.2	9.9	6000	-2540.5	3459.5	1572	349
35	2.0	8.8	6000	-2613.5	3386.5	1693	385

APPROVATO SDP



APPROVATO SDP



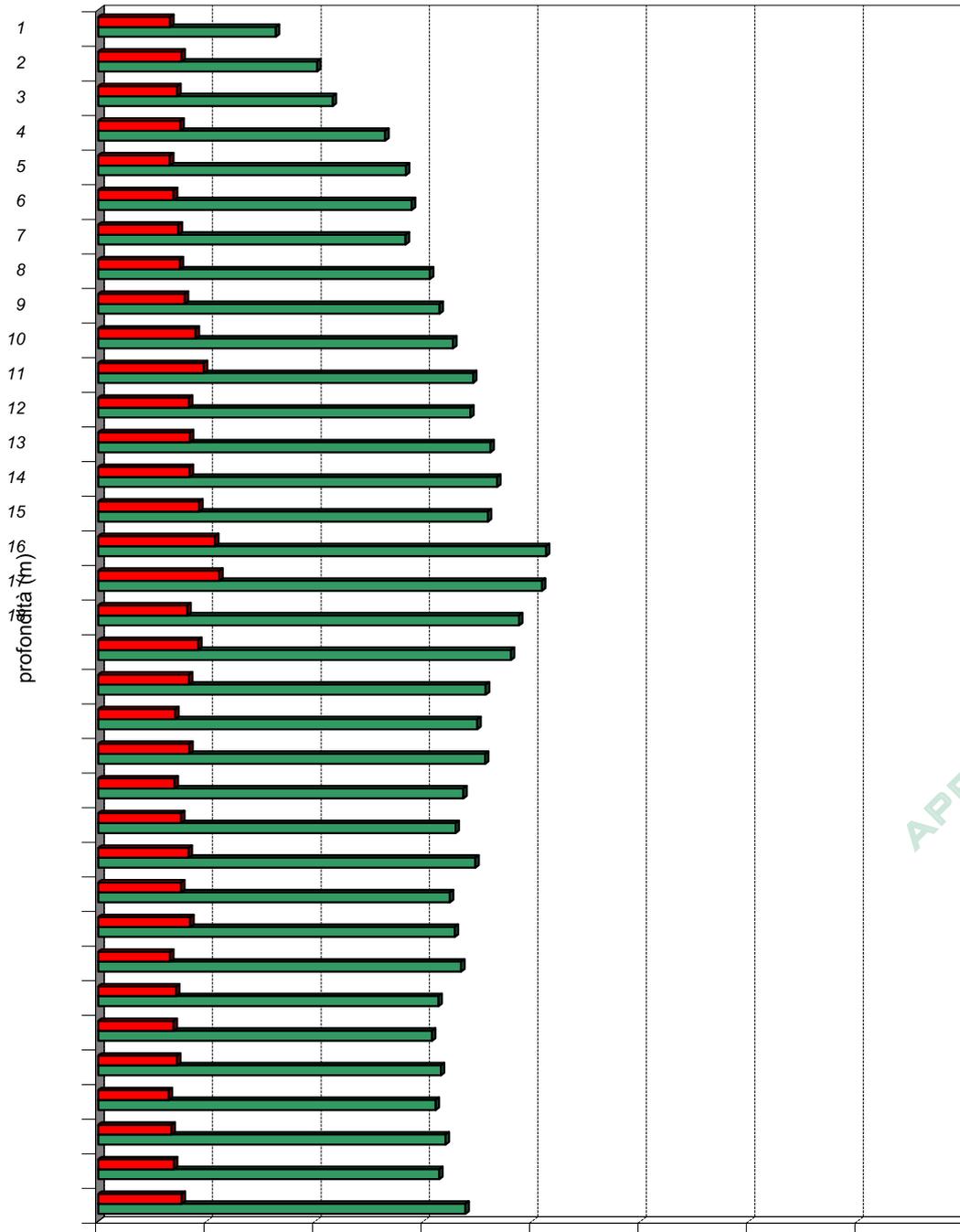
GEOTEC SPA

GEOTECS.p.A.
Via Barbato, 20
Zona Industriale S. Giovanni in Golfo
86100 Campobasso
Tel: 0874 - 481868 Fax: 0874 - 69088

PAGINA 46/48

Crosshole

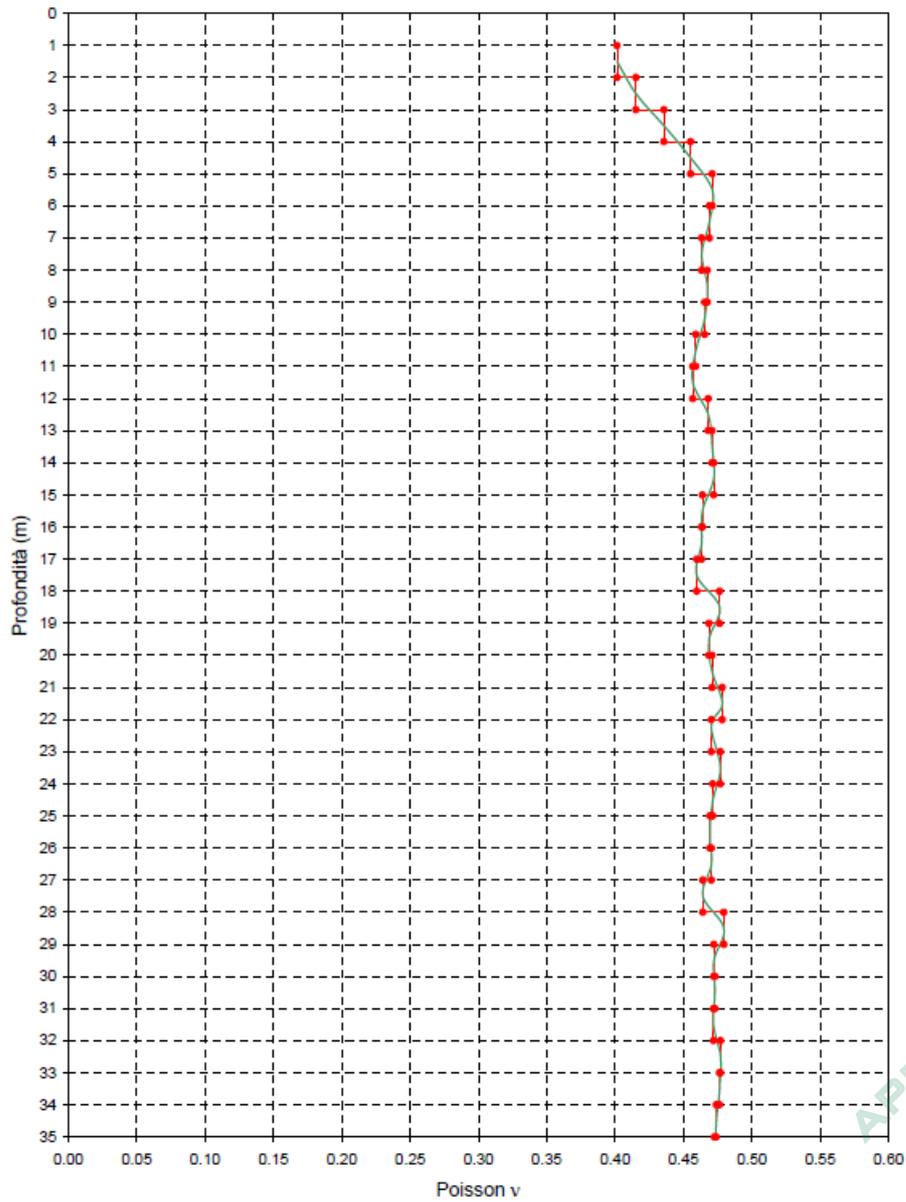
Velocità Profondità



APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

Coefficiente di Poisson
$$v = \frac{(V_p / V_s)^2 - 2}{2(V_p / V_s)^2 - 2}$$



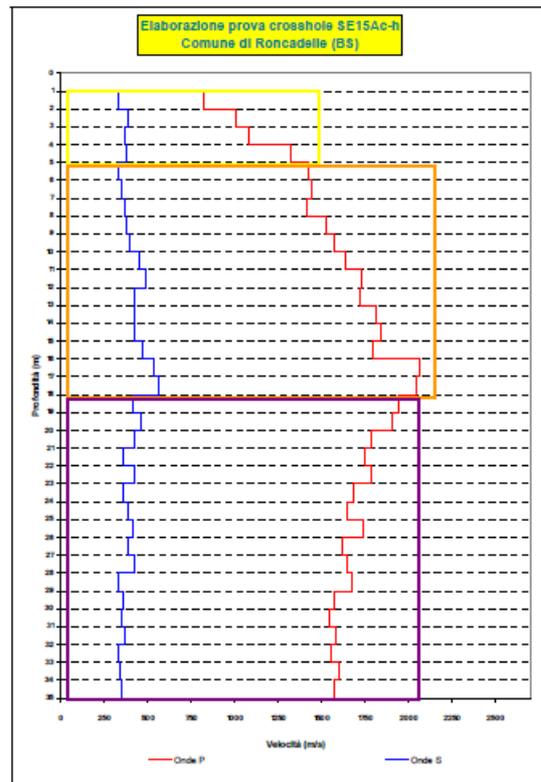
APPROVATO SDP



NOTE:

Le velocità stimate con la prova crosshole trovano riscontro con la stratigrafia:

- ☞ Pacchetto iniziale dal piano campagna a circa 5m con aumento graduale della velocità, corrispondente a terreni principalmente limosi;
- ☞ Velocità gradualmente crescenti con la profondità fino a circa 18m nel pacco in cui prevale la presenza di ghiaia, con interstrati sabbiosi;
- ☞ Diminuzione della velocità per il passaggio a terreni principalmente sabbiosi; l'andamento più evidente per le onde P è probabilmente dovuto alla presenza di acqua nel terreno, di cui risente la propagazione delle onde compressive e non delle onde di taglio.



APPROVATO SDP