

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. GEOLOGIA

PROGETTO PRELIMINARE

NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE

TRATTA MESTRE - AEROPORTO MARCO POLO

INDAGINI GEGNOSTICHE - GEOFISICA

PROSPEZIONI GEOFISICHE TIPO CROSS-HOLE

SCALA

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

L 3 4 3 0 0 R 6 9 I G G E 0 0 0 5 0 0 1 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Tipo di Emissione ESECUTIVA	GEOINVEST	Aprile 2009	L. Mostogetto	Aprile 2009	D. Fochesato	Aprile 2009	F. Marchese	Aprile 2009

File: L34300R69IGGE0005001A

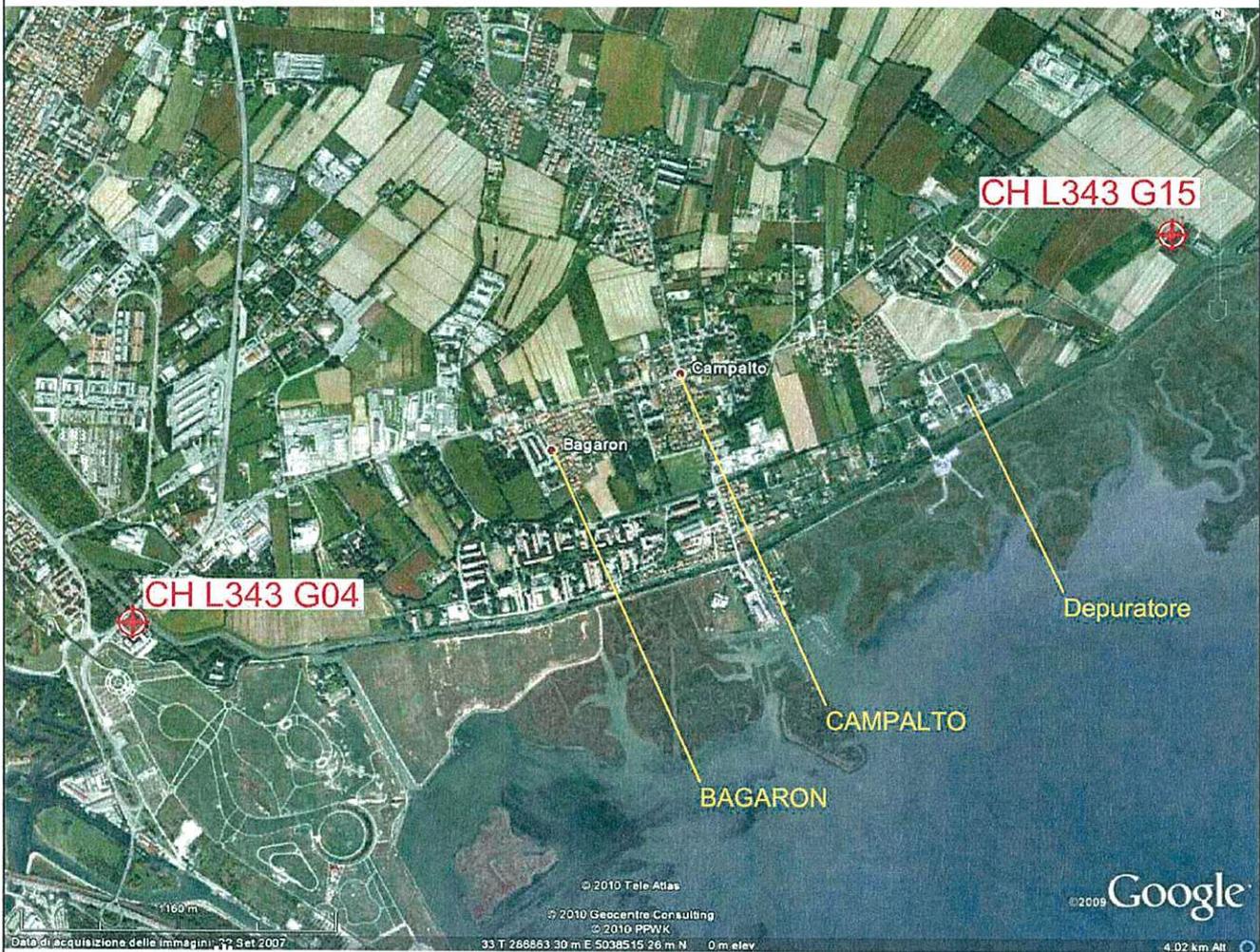
n.



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

ITALFERR SPA
Dr. Geologo F. Marchese
Rap. O. Geologia
Ordine Geologi Lazio n. 179/45

UBICAZIONE SONDAGGI PER CROSS-HOLE



1160 metri



2 METODOLOGIA D'INDAGINE

2.1 PROVA CROSS-HOLE

Le prove Cross-Hole consistono nella misurazione della velocità con cui impulsi sismici di tipo longitudinale (onde P) e di tipo trasversale (onde di taglio o onde S) percorrono il terreno tra un punto sorgente energizzante (posizionato all'interno di un foro di sondaggio) e uno o più punti di ricezione, posti alla stessa quota, all'interno di un altro foro (o in altri due fori), in linea con il primo (cfr. schema sotto).



schema di registrazione con metodologia cross-hole

In un foro è stato calato il sistema di energizzazione sismica costituito da un eccitatore meccanico bidirezionale per la generazione di onde direzionali, dotato di sistema pneumatico di aggancio alla parete del foro e negli altri due sono stati posizionati i dispositivi di ricezione degli impulsi sismici. Il sensore, dotato di sistema pneumatico di aggancio alle pareti del foro, è costituito da un sistema di acquisizione a 3 vie (un geofono verticale e 2 geofoni orizzontali disposti a 90 gradi fra loro).

La prova, in dettaglio, consiste nel produrre all'interno del terreno, ad una profondità nota, una sollecitazione verticale mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno d'onde, P e S, che si propagano all'interno del terreno in direzione orizzontale, con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde P), e dirette perpendicolarmente alla direzione di propagazione, polarizzate su un piano verticale (onde SV).



LINEA AV/AC VENEZIA-TRIESTE

TRATTA Mestre – Aeroporto Marco Polo

PROGETTO PRELIMINARE

PROSPEZIONI FEOFISICHE TIPO CROSS-HOLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L343	00	R 69 IG	GE 00 05 001	A	6 di 11

In particolare viene calcolato, mediante due ricevitori (geofoni) disposti sempre nel terreno, alla medesima profondità, l'istante di arrivo del treno di onde P e S, rispetto all'istante in cui vengono indotte le sollecitazioni alla sorgente, in modo che dividendo per tali valori la distanza, nota, tra sorgente e ricevitori, si possa ricavare la velocità delle onde P e S. Per ogni posizione è stato predisposto l'aggancio dell'energizzatore da foro e alla stessa quota sono stati fissati i sistemi di acquisizione.

In ogni stazione di misure sono state acquisite due registrazioni corrispondenti ad eventi di eccitazione di opposta direzione, allo scopo di esaltare il più possibile il segnale di taglio Sv (componente verticale delle onde S).

I dati sismici sono stati registrati, in forma, con un sismografo Geometrics-Geode a 24 canali, a 24 bit. L'elaborazione dei dati è stata eseguita mediante l'impiego di un software dedicato IXSeg2Segy della Interpex per la lettura delle tracce sismiche.

3 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

Sui sismogrammi registrati sono stati "letti" i tempi di arrivo sia delle onde sismiche P che delle onde S, per ogni intervallo di profondità.

Il calcolo delle velocità sismiche è stato realizzato dividendo la distanza fra i fori con la differenza fra i tempi di arrivo letti direttamente sui sismogrammi.

Nei grafici sono rappresentate le velocità delle onde P e Sv calcolate ad intervalli di 1 metro.

Nelle tabelle relative sono riportati i valori dei principali parametri dei materiali, ricavati dall'indagine sismica:

- Velocità Onde P VP
- Velocità Onde S VS
- Rapporto VP/VS
- Rapporto di Poisson ,
- Modulo di taglio Go,
- Modulo di Young Eo.
- Modulo di compressione Ev

Per il calcolo dei moduli dinamici sono stati utilizzati i valori di ρ = peso di volume dai dati di laboratorio precedentemente acquisiti e riportati in tabella (colonne densità).

	LINEA AV/AC VENEZIA-TRIESTE TRATTA Mestre – Aeroporto Marco Polo PROGETTO PRELIMINARE					
	PROSPEZIONI FEOFISICHE TIPO CROSS-HOLE	COMMESSA L343	LOTTO 00	CODIFICA R 69 IG	DOCUMENTO GE 00 05 001	REV. A

4 ANALISI DEI RISULTATI

I risultati acquisiti e sintetizzati negli elaborati possono essere riassunti in:

- **Cross-Hole G04**

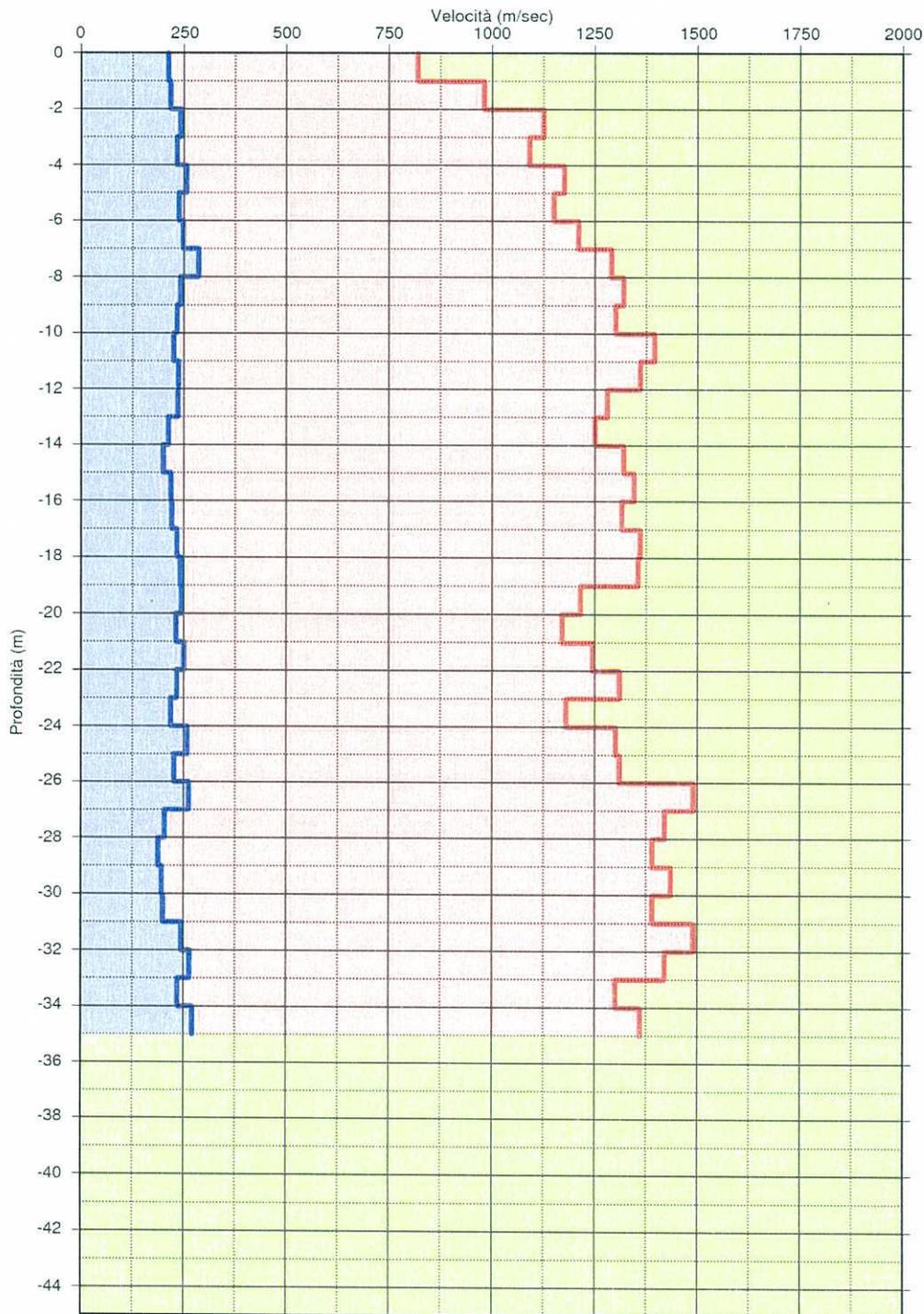
- I valori di V_p definiscono un'unità con V_p inferiore a 1500 m/sec sino a -4,00 metri dal p.c., infine un valore medio di V_p sino alla quota -28,00 dal p.c., la porzione finale interessa terreni con V_p dell'ordine di 1350/1400 m/sec.
- I valori di V_s si definiscono nella porzione superficiale con $V_s = 350$ m/sec, seguono valori dell'ordine di 250 m/sec con leggero incremento finale a 300 m/sec.
- I moduli dinamici sono stati calcolati utilizzando valori di compresi fra 1,70/1,90 t/m³.

- **Cross-Hole G15**

- Le velocità V_p assumono dell'ordine di 1150/1250 m/sec sino a -19,00 metri dal p.c.; quindi si osserva un decremento attorno a 1200 m/sec e successivo incremento sino a 1400/1500 m/sec nella fase basale.
- Le velocità V_s si sviluppano fra 200/250 m/sec con locali e deboli variazioni.
- I valori di variano da 1,79 a 1,99 t/m³.

Relativamente alla classificazione sismica dei suoli come previsto da "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/08 – Tab. 3.2.II si esprime:

- G04: $V_{s30} = 241$ m/sec suolo tipo C
- G15: $V_{s30} = 209$ m/sec suolo tipo C



**Prova
Cross-Hole
G15**

**Grafico
Velocità
Vp - Vs**

Vs30 = 209 m/sec

Profilo stratigrafico del
suolo di fondazione:
Categoria C



Schema
Acquisizione

Energizzazione



3.13 m

Registrazione



3.15 m

Registrazione



n. 3789, file:
C:\VE_AEROP\Relazion_Image_x_Rapporto\TCH01_Graf.dwg

Fig. 1a

Prof. (m)	VP (m/sec)	VSV (m/sec)	VP/VSV	Rapporto di Poisson (s)	Mod.taglio G Gdin (MPa)	Mod. Young E (MPa)	Mod. Comp. Vol. Ev (MPa)	Densità (t/m ³)
0	820	212	3.87	0.46	8.2E+01	2.4E+02	1.1E+04	1.79
-1	820	212	3.87	0.46	8.2E+01	2.4E+02	1.1E+04	1.79
-2	980	217	4.52	0.47	8.6E+01	2.5E+02	1.6E+04	1.79
-3	1125	242	4.65	0.48	1.1E+02	3.2E+02	2.2E+04	1.79
-4	1090	233	4.68	0.48	9.9E+01	2.9E+02	2.0E+04	1.79
-5	1175	256	4.59	0.48	1.2E+02	3.5E+02	2.4E+04	1.79
-6	1150	238	4.83	0.48	1.0E+02	3.1E+02	2.3E+04	1.79
-7	1210	248	4.88	0.48	1.1E+02	3.3E+02	2.5E+04	1.79
-8	1290	286	4.51	0.47	1.5E+02	4.5E+02	2.9E+04	1.83
-9	1320	242	5.45	0.48	1.1E+02	3.2E+02	3.1E+04	1.83
-10	1300	233	5.58	0.48	1.0E+02	3.0E+02	3.0E+04	1.83
-11	1395	225	6.20	0.49	9.5E+01	2.8E+02	3.5E+04	1.83
-12	1360	236	5.76	0.48	1.0E+02	3.1E+02	3.3E+04	1.83
-13	1280	235	5.45	0.48	1.0E+02	3.1E+02	2.9E+04	1.83
-14	1250	212	5.90	0.49	8.4E+01	2.5E+02	2.8E+04	1.83
-15	1320	199	6.63	0.49	7.4E+01	2.2E+02	3.2E+04	1.83
-16	1345	218	6.17	0.49	8.9E+01	2.6E+02	3.3E+04	1.83
-17	1315	220	5.98	0.49	9.0E+01	2.7E+02	3.1E+04	1.83
-18	1360	233	5.84	0.48	1.0E+02	3.0E+02	3.3E+04	1.83
-19	1355	242	5.60	0.48	1.2E+02	3.5E+02	3.6E+04	1.99
-20	1215	244	4.98	0.48	1.2E+02	3.6E+02	2.8E+04	1.99
-21	1170	231	5.06	0.48	1.1E+02	3.2E+02	2.6E+04	1.99
-22	1245	250	4.98	0.48	1.3E+02	3.8E+02	3.0E+04	1.99
-23	1310	233	5.62	0.48	1.1E+02	3.3E+02	3.3E+04	1.99
-24	1180	218	5.41	0.48	9.7E+01	2.9E+02	2.7E+04	1.99
-25	1300	258	5.04	0.48	1.3E+02	4.0E+02	3.2E+04	1.98
-26	1310	226	5.80	0.48	1.0E+02	3.1E+02	3.3E+04	1.98
-27	1490	262	5.69	0.48	1.4E+02	4.1E+02	4.3E+04	1.98
-28	1420	203	7.00	0.49	8.3E+01	2.5E+02	4.0E+04	1.98
-29	1390	188	7.39	0.49	7.2E+01	2.1E+02	3.8E+04	1.98
-30	1435	196	7.32	0.49	7.8E+01	2.3E+02	4.1E+04	1.98
-31	1390	199	6.98	0.49	8.0E+01	2.4E+02	3.8E+04	1.98
-32	1490	244	6.11	0.49	1.2E+02	3.6E+02	4.3E+04	1.98
-33	1420	264	5.38	0.48	1.4E+02	4.2E+02	3.9E+04	1.98
-34	1300	235	5.53	0.48	1.1E+02	3.3E+02	3.3E+04	1.98
-35	1360	271	5.02	0.48	1.5E+02	4.4E+02	3.5E+04	1.98

**Prova
Cross-Hole
G15**

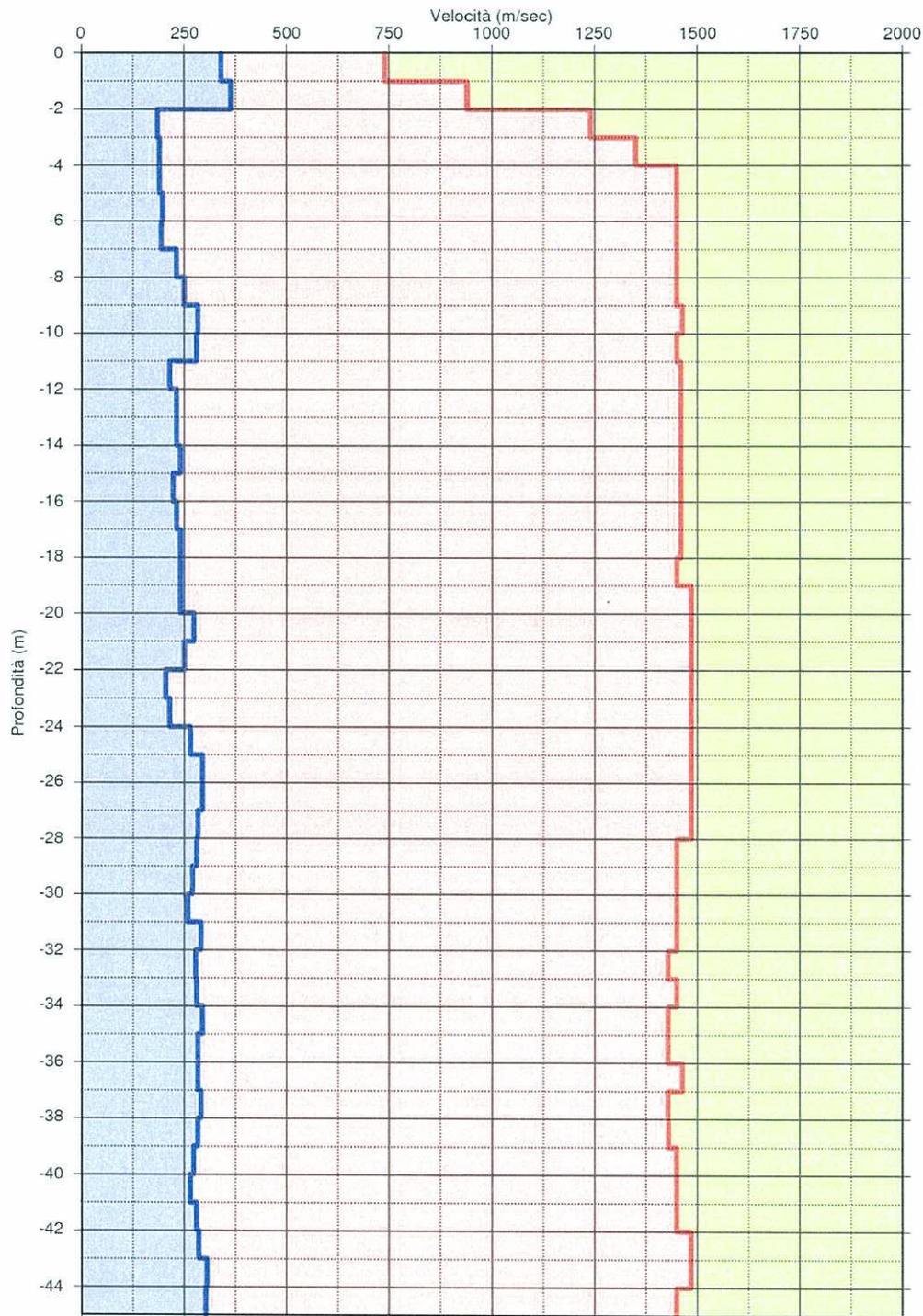
**TABELLA
PARAMETRI**

Vs30 = 209 m/sec

Profilo stratigrafico del
suolo di fondazione:
Categoria C

n. 3189, file:
C:\VE_AEROP\Relazion_image_x_Rapporto\TCH01_Por.dwg

Fig. 1b



**Prova
Cross-Hole
G04**

**Grafico
Velocità
Vp - Vs**

Vs30 = 241 m/sec

Profilo stratigrafico del
suolo di fondazione:
Categoria C



Velocità
onde VSV



Velocità
onde VP

Schema
Acquisizione

Energizzazione



3.12 m

Registrazione



3.00 m

Registrazione



n. 3189, file:
 C:\VE_AEROPF\Relazion_image_x_Rapporto\TCH02_Graf.dwg

Fig. 2a

PROSPEZIONI FEOFISICHE TIPO CROSS-HOLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L343	00	R 69 IG	GE 00 05 001	A	11 di 11

Prof. (m)	VP (m/sec)	VSV (m/sec)	VP/VSV	Rapporto di Poisson (s)	Mod.taglio G Gdin (MPa)	Mod. Young E (MPa)	Mod. Comp. Vol. Ev (MPa)	Densità (t/m³)
0	740	340	2.18	0.37	2.1E+02	5.6E+02	7.0E+03	1.75
-1	740	340	2.18	0.37	2.1E+02	5.6E+02	7.0E+03	1.75
-2	940	364	2.58	0.41	2.4E+02	6.7E+02	1.3E+04	1.75
-3	1240	185	6.70	0.49	6.1E+01	1.8E+02	2.7E+04	1.75
-4	1350	190	7.11	0.49	6.5E+01	1.9E+02	3.2E+04	1.75
-5	1450	190	7.63	0.49	7.0E+01	2.1E+02	4.0E+04	1.90
-6	1450	197	7.36	0.49	7.5E+01	2.2E+02	4.0E+04	1.90
-7	1450	194	7.47	0.49	7.3E+01	2.2E+02	4.0E+04	1.90
-8	1450	231	6.28	0.49	1.0E+02	3.1E+02	3.9E+04	1.90
-9	1450	250	5.80	0.48	1.2E+02	3.6E+02	3.9E+04	1.90
-10	1463	283	5.17	0.48	1.6E+02	4.6E+02	3.9E+04	1.90
-11	1450	280	5.18	0.48	1.5E+02	4.5E+02	3.9E+04	1.90
-12	1460	214	6.82	0.49	8.9E+01	2.6E+02	4.0E+04	1.90
-13	1460	231	6.32	0.49	1.0E+02	3.1E+02	4.0E+04	1.90
-14	1460	231	6.32	0.49	1.0E+02	3.1E+02	4.0E+04	1.90
-15	1460	240	6.08	0.49	1.1E+02	3.3E+02	4.0E+04	1.90
-16	1460	222	6.58	0.49	9.6E+01	2.8E+02	4.0E+04	1.90
-17	1460	231	6.32	0.49	1.0E+02	3.1E+02	4.0E+04	1.90
-18	1460	240	6.08	0.49	1.1E+02	3.3E+02	4.0E+04	1.90
-19	1450	240	6.04	0.49	1.1E+02	3.3E+02	3.9E+04	1.90
-20	1485	240	6.19	0.49	1.1E+02	3.3E+02	4.1E+04	1.90
-21	1485	273	5.44	0.48	1.4E+02	4.3E+02	4.1E+04	1.90
-22	1485	250	5.94	0.49	1.2E+02	3.6E+02	4.1E+04	1.90
-23	1485	205	7.24	0.49	8.2E+01	2.4E+02	4.2E+04	1.90
-24	1485	214	6.94	0.49	8.9E+01	2.6E+02	4.2E+04	1.90
-25	1485	265	5.60	0.48	1.4E+02	4.0E+02	4.1E+04	1.90
-26	1485	294	5.05	0.48	1.7E+02	5.0E+02	4.0E+04	1.90
-27	1485	294	5.05	0.48	1.6E+02	4.8E+02	3.9E+04	1.85
-28	1485	283	5.25	0.48	1.5E+02	4.5E+02	4.0E+04	1.85
-29	1450	280	5.18	0.48	1.5E+02	4.4E+02	3.8E+04	1.85
-30	1450	270	5.37	0.48	1.4E+02	4.1E+02	3.8E+04	1.85
-31	1450	259	5.60	0.48	1.3E+02	3.8E+02	3.8E+04	1.85
-32	1450	291	4.98	0.48	1.6E+02	4.7E+02	3.8E+04	1.85
-33	1429	278	5.14	0.48	1.5E+02	4.3E+02	3.7E+04	1.85
-34	1450	280	5.18	0.48	1.5E+02	4.4E+02	3.8E+04	1.85
-35	1429	294	4.86	0.48	1.6E+02	4.8E+02	3.6E+04	1.85
-36	1429	283	5.05	0.48	1.5E+02	4.5E+02	3.7E+04	1.85
-37	1463	283	5.17	0.48	1.5E+02	4.5E+02	3.8E+04	1.85
-38	1429	291	4.91	0.48	1.6E+02	4.7E+02	3.6E+04	1.85
-39	1430	283	5.05	0.48	1.5E+02	4.5E+02	3.7E+04	1.85
-40	1450	273	5.31	0.48	1.4E+02	4.2E+02	3.8E+04	1.85
-41	1450	265	5.47	0.48	1.3E+02	3.9E+02	3.8E+04	1.85
-42	1450	280	5.18	0.48	1.5E+02	4.4E+02	3.8E+04	1.85
-43	1485	286	5.19	0.48	1.5E+02	4.6E+02	4.0E+04	1.85
-44	1485	306	4.85	0.48	1.8E+02	5.2E+02	3.9E+04	1.85
-45	1450	303	4.79	0.48	1.7E+02	5.1E+02	3.7E+04	1.85

**Prova
Cross-Hole
G04**

**TABELLA
PARAMETRI**

Vs30 = 241 m/sec

*Profilo stratigrafico del
suolo di fondazione:
Categoria C*

n. 3189, file:
O:\VE_AEROP\Relazion_Image_x_Rapporto | TCH02_Por.dwg

Fig. 2b