

PROVINCIA DI PERUGIA COMUNE DI DERUTA

LOCALITA':

VARIE LOCALITA' COMUNE DI DERUTA

RICHIEDENTE:

COMUNE DI DERUTA

OGGETTO:

PIANO REGOLATORE
PARTE OPERATIVA
Integrazione zona IPSE11 San Nicolò di Celle

TAV:

MS_00

OPERA:

INDAGINI DI LIVELLO 2 SULLE AREE
URBANIZZATE SOGGETTE A TRASFORMAZIONE
URBANISTICA E DA URBANIZZARE,
SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE
(D.G.R. 377 DEL 8/03/2010 ART. 5 COMMA 2)

SCALA: Varie

FILE: 031-2022

DATA: Maggio 2026



Studio Geologi Associati

Via XX Settembre, 76

06121 PERUGIA

Tel/Fax 075 5721231

www.studiogeologiassociati.eu

info@studiogeologiassociati.eu

info@pec.studiogeologiassociati.eu

dott. geol. Luciano Faralli
dott. geol. Nello Gasparri
dott. geol. Riccardo Piccioni
dott. geol. Luca D. Venanti



dott. geol. Nello Gasparri

Rif. archivio	Data	Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
031 - 2022	05 / 2026	00	Relazione di MS2 int. 2026 SNC - Emissione	NG	NG	NG

INDICE

1.0	PREMESSA.....	2
1.1	Area di indagine.....	2
1.2	Metodologia utilizzata e contenuti dello studio geologico.....	2
2.0	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL TERRITORIO COMUNALE DI DERUTA	3
2.1	Descrizione delle formazioni presenti	3
3.0	APPROFONDIMENTO DEGLI ASPETTI CONOSCITIVI NELLE AREE URBANIZZATE SOGGETTE A TRASFORMAZIONE URBANISTICA E DA URBANIZZARE.....	4
3.1	S. Nicolò di Celle.....	4
4.0	INDAGINI REPERITE.....	5

1.0 PREMESSA

Per incarico dell'Amministrazione Comunale di Deruta, sulla base del comma 2 art. 5 della D.G.R. n. 377 del 08 marzo 2010, è stato condotto uno studio integrativo di approfondimento di indagini di Microzonazione Sismica di 2 livello nelle aree urbanizzate soggette a trasformazione urbanistica e nelle aree da urbanizzare a supporto della Parte Operativa a supporto della Variante Generale al Piano Regolatore del Comune di Deruta (PG).

La presente relazione integra la relazione del Maggio 2025 e riguarda esclusivamente la zona IPSEN 11 presente ad ovest dell'abitato di San Nicolò di Celle ricadente all'interno delle aree individuate come "... aree urbanizzate soggette a trasformazione urbanistica e da urbanizzare..." per le quali sono richieste "...indagini di livello 2 di approfondimento (almeno per gli aspetti conoscitivi).

Scopo del presente studio è individuare per la suddetta area, tramite indagini reperite la sismostratigrafia di riferimento con individuazione preliminare di massima degli spessori delle coperture con $V_s < 800$ m/s al di sopra del bedrock sismico con $V_s > 800$ m/s/

L'area di studio non è ricompresa nei perimetri areali degli studi di Microzonazione sismica di livello 2 e/o di livello 3 realizzati nel 2014 e nel 2018 che sono parte integrante delle cartografie a supporto del PRG.

1.1 Area di indagine

Sulla base delle perimetrazioni delle aree urbanizzate soggette a trasformazione urbanistica e delle aree da urbanizzare avute dai progettisti del Piano le aree oggetto di approfondimento sono:

- S. Nicolò di Celle

1.2 Metodologia utilizzata e contenuti dello studio geologico

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- Ricerca ed inserimento in carta delle indagini pregresse esistenti nei precedenti studi a carattere generale e negli uffici del Comune di Deruta;
- Elaborazione dei dati con stima degli spessori delle coperture al di sopra del bedrock sismico.

Per ogni area di indagine vengono forniti una planimetria in scala 1:10.000, con individuazione delle aree di destinazione urbanistica con ubicazione delle indagini reperite.

Come già detto lo scopo del presente lavoro è quello di individuare ambiti territoriali nei quali siano presenti terreni di copertura e/o rocce alterate e fratturate con valori di $V_s < 800$ m/s e che rappresentino quindi zone suscettibili di amplificazione sismica locale.

Trattandosi di un'indagine preliminare legata alla pianificazione urbanistica in fase attuativa esecutiva, dove la normativa lo impone, dovranno essere condotte specifiche indagini di modellazione sismica.

2.0 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL TERRITORIO COMUNALE DI DERUTA

Il territorio comunale di Deruta può essere anche geologicamente distinto in tre aree attigue caratterizzate da litotipi di natura diversa:

- la prima che comprende il territorio in tutta la fascia centro-occidentale è costituita da depositi di natura sedimentaria, legata ai cicli alluvionali antichi e recenti del F. Tevere (Olocene-Pleistocene);
- la seconda, verso est, di natura sedimentaria legata al ciclo deposizionale Fluvio-Lacustre (Plio-Pleistocene);
- la terza, ancora da est, costituita da depositi di natura torbiditica della Marnoso arenacea (Miocene).

2.1 Descrizione delle formazioni presenti

Alluvioni recenti e terrazze (Olocene -Pleistocene)

Affiorano nella quasi totalità dell'area indagata. Sono costituite da sabbie, sabbie con ghiaie, sabbie limose e limi sabbiosi, nocciola/brunastro a medio grado di addensamento.

Lo spessore dell'unità è generalmente < 20 m.

Supersistema Tiberino Sintema di Todi (Plio-Pleistocene)

Nella porzione d'interesse tali sedimenti risultano riferibili al Subsistema di S. Maria di Ciciliano - (TOD_{2b} Pleistocene inf.). Questi sedimenti sono costituiti nell'area di studio da depositi prevalentemente limosi, limoso argillosi, limoso sabbiosi, perlopiù grigi, grigio scuri e grigio azzurri, consistenti, molto ed estremamente consistenti fino a duri.

Tali sedimenti sono presenti al di sotto delle alluvioni recenti e terrazze fino a profondità stimate >300 da p.c.

Il Borgo antico di Deruta è composto un multi layer di terreni che si presentano superficialmente con litologia sabbiosa e sabbiosa debolmente ghiaiosa per i primi 30-35 m da p.c. e in profondità con litotipi prevalenti limosi, limoso argilloso e limoso-sabbiosi.

Marnoso Arenacea Umbra (Langhiano)

Nell'area di interesse è presente il membro di Monte Casale (MUM2) ed affiora solamente in un piccolo lembo a nord dell'area di studio: rappresenta il basamento geologico/sismico profondo di tutta l'area di indagine.

È descritto in letteratura come caratterizzato da strati spessi o molto spessi di arenarie arcose e arcose-litiche frequentemente amalgamate. Il rapporto A/P è sempre molto maggiore di 1.

3.0 APPROFONDIMENTO DEGLI ASPETTI CONOSCITIVI NELLE AREE URBANIZZATE SOGGETTE A TRASFORMAZIONE URBANISTICA E DA URBANIZZARE.

3.1 S. Nicolò di Celle

Una zona IPSEN in studio è fuori e distante dalle aree oggetto di precedenti studi di MS.

Per tale motivo in questa fase sono state reperite specifiche indagini geotecniche e sismiche che hanno permesso una ricostruzione dell'assetto sismo-stratigrafico profondo.

Le indagini sono state reperite presso gli uffici del Comune di Deruta e sono state realizzate dal dott. Geol. Maurizio Battistoni per conto di "Fondazione Sorella Natura".

L'insieme delle indagini reperite ha individuato la presenza di terreni fini coesivi fino a circa 7.5 m con VS comprese tra 145 e 270 m/s (limi e argille), sovrastanti terreni con VS media di circa 530 m/s (ghiaie) con spessori > 30 m.

Sulla base dell'indagine HVSR è stato individuato un basamento sismico alla profondità di circa 58 m.

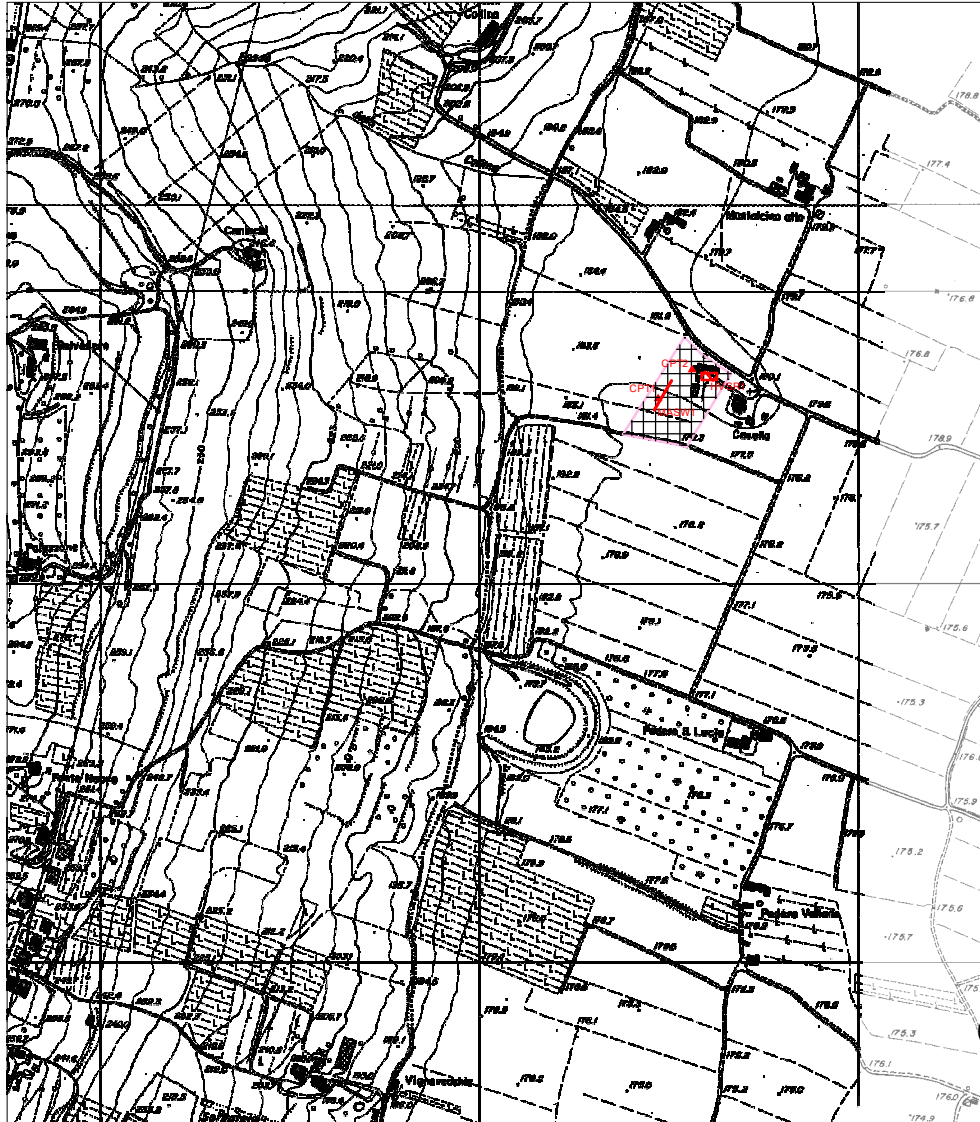
Data la presenza della falda ad un livello medio di 4-5 metri e la presenza di terreni sciolti eterometrici fino a > 30 m, l'area viene individuata come **ZA_Q Zona di attenzione per liquefazione.**

4.0 INDAGINI REPERITE

SAN NICOLO' DI CELLE

Località San Nicolò di Celle

Scala 1:10.000



Indagini reperite

— MASW Indagine MASW

▲ CPT Prova penetrometrica

▣ HVSR HVSR

□ Aree IPSEN

▣ ZA_{L0} Zona di attenzione per liquefazione



Riferimento: n°22-21 Data: 12.05.2021

Committente: **Fondazione Sorella Natura**

Località: San Nicolò di Celle di DERUTA

Progetto: realizzazione centro ippoterapico.



INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO:

- N°1 Prova penetrometrica statica CPT (*prof. m. 7,4*)

Le prove sono state eseguite secondo le procedure di riferimento standard internazionali (I.S.S.M.F.E., 1988) e le Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I., 1977).

* **I risultati** comprendono, per ogni prova statica:

fg. "A") i diagrammi dell'andamento della *resistenza di punta* (q_c), della *resistenza laterale* sul manicotto di frizione (f_s) in MPa e del *rapporto di frizione* (R_f) in % contro la profondità in m.

fg. "B") la tabella dei valori di resistenza misurati con manometro ad alta precisione e i corrispondenti parametri geotecnici del terreno ricavati, in base alle assunzioni fatte sullo stato delle tensioni nel sottosuolo, con le più diffuse relazioni sperimentali ed in particolare

per *terreni incoerenti*:

- Densità relativa	$D_r = -98 + 66 \log_{10}(q_c / \sigma'_v)^{0.5}$	(Lancellotta, 1983);
- Modulo di Taglio	$G_0 = 44 q_c (\sigma'_{oct})^{-0.12} \exp(-1.92 D_r)$	(Baldi et Al., 1986);
- Modulo di deformazione drenato	$E' = 3 q_c OCR^{1/2}$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Indice di rigidità	$I_r = 300 / R_f$	(Baldi et Al., 1981);
- Angolo d'attrito interno effettivo (limi)	$\phi'^1 =$	
- Angolo d'attrito interno effettivo (sabbie)	$\phi'^2 = \arctg[(1/3.04) \log_{10}(q_c / \sigma'_v)]$	(Caquot)

e per *terreni coerenti*:

- Coesione non drenata	$c_u = (q_c - \sigma'_v) / 30$	(Lunne e Eide, 1976);
- Sensitività	$S_t = 15 / R_f$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Modulo di deformazione non drenato	$E_u = 500 c_u OCR^{0.5}$	(Ladde et Al., 1977).

Il Responsabile

SOILTECNO S.r.l.
IL DIRETTORE TECNICO
(Gen. Dott. Ing. Maurizio)



Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante
 Punta meccanica tipo "Begemann" ($\phi=35,7$ mm) vertice 60°
 Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm 2)
 Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: no

Committ.: **Fondazione Sorella Natura**

Data: 12/5/2021

Località: San Nicolò di Celle - Deruta (PG)

Oper.: Battistoni

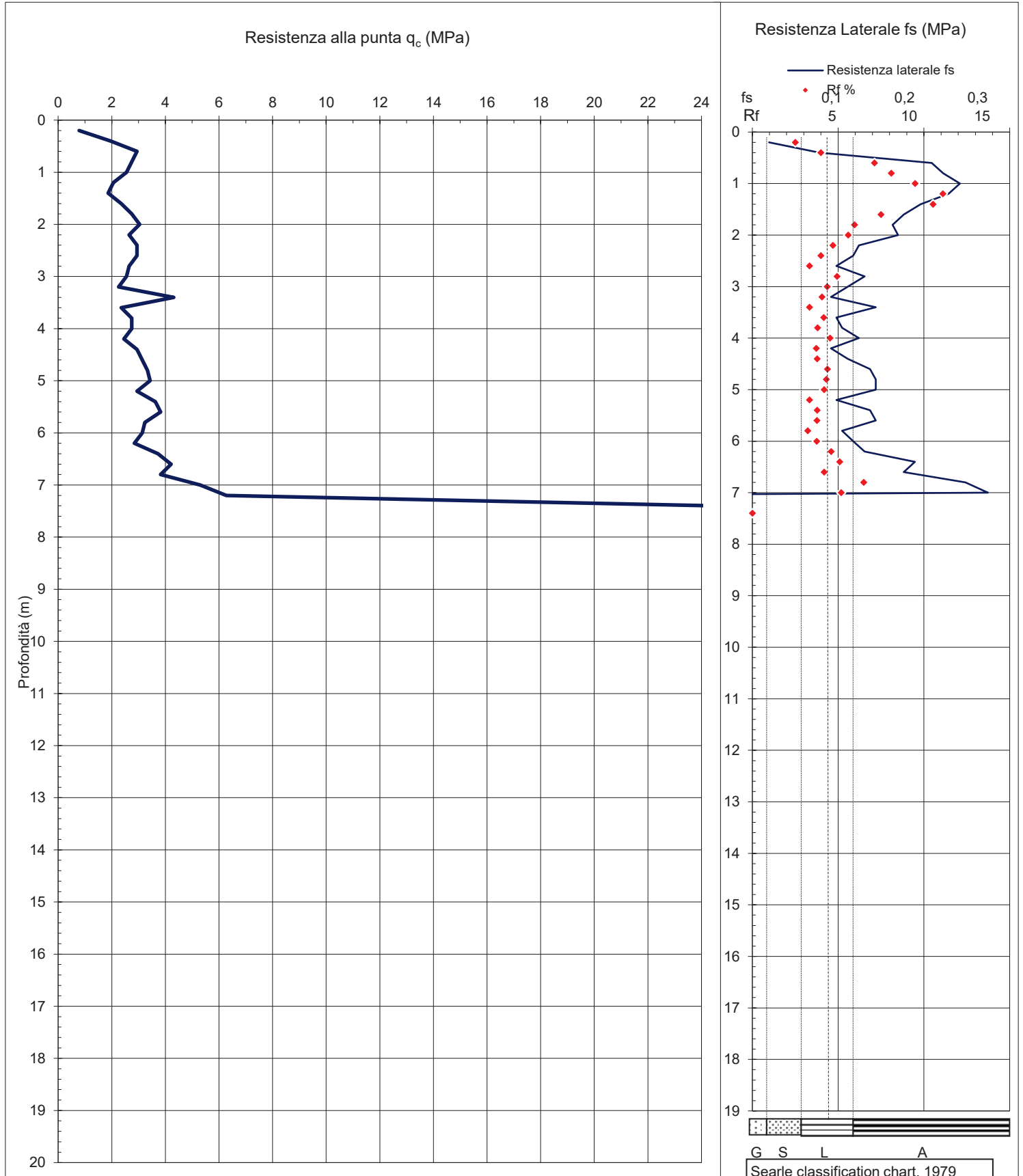
Quota piano camp.: m 181,0 s.l.m.

Prof. falda da Q.i.: -7,50 m

Quota inizio prova: m 181,0 s.l.m.

Prof. di stab. falda: -4,00 m

DIAGRAMMI DI RESISTENZA




PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M
N° 1

Foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante	Committ.: Fondazione Sorella Natura	Data: 12/5/2021
Punta meccanica tipo "Begemann" ($\phi=35,7$ mm) vertice 60°	Località: San Nicolò di Celle - Deruta (PG)	Oper.: Battistoni
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm ²)	Quota piano camp.: m 181,0 s.l.m.	Prof. falda da Q.i.: -7,50 m
Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: no	Quota inizio prova: m 181,0 s.l.m.	Prof. stab. falda: -4,00 m

VALORI DI RESISTENZA TENSIONI TERRENO
PARAMETRI GEOTECNICI

Prof.	qc	fs	Qt	Rf	lf	γ	γ_w	σ'	OCR	terreni incoerenti				terreni coerenti						
										Dr	Go	E'	Ir	$\phi^{1'}$	$\phi^{2'}$	Cu/ σ'	Cu	St	Eu	
m	MPa	MPa	kN	%	-	kN/m ³	kN/m ³	kPa	-	%	MPa	MPa	-	°	°	-	kPa	-	MPa	
0,2	0,8	0,02	1,4	2,5	40	17,5		3,5	6,0	42	12	5,8	120	32	38		7,4	26	6	32
0,4	2,0	0,08	2,5	4,0	25	18,0		7,1	6,0	58	20	14,4	75	33	39		9,2	65	4	80
0,6	2,9	0,21	4,9	7,1	14	18,0		10,7	6,0	64	25	21,6	42	33	39		9,1	98	2	120
0,8	2,7	0,22	7,8	8,1	12	18,0		14,3	6,0	58	26	20,2	37	31	37		6,4	91	2	112
1,0	2,5	0,24	9,0	9,5	11	19,5		18,2	6,0	53	26	18,7	32	30	35		4,6	84	2	103
1,2	2,1	0,23	10,6	11,1	9	19,5		22,1	6,0	44	24	15,1	27	27	33		3,1	68	1	83
1,4	1,9	0,20	11,8	10,5	10	19,5		26,0	5,0	38	24	12,5	29	26	31		2,4	61	1	68
1,6	2,4	0,18	12,2	7,5	13	19,5		29,9	6,0	43	27	17,3	40	26	32		2,6	77	2	95
1,8	2,7	0,16	12,9	6,0	17	19,5		33,8	6,0	46	29	20,2	50	27	32		2,7	90	3	111
2,0	3,0	0,17	13,7	5,6	18	19,5		37,7	6,0	47	31	22,3	54	27	32		2,7	100	3	123
2,2	2,6	0,12	14,1	4,7	21	19,5		41,6	5,0	42	30	17,8	64	25	31		2,1	87	3	97
2,4	2,9	0,12	14,7	4,0	25	19,5		45,5	5,0	43	32	19,7	75	25	31		2,1	97	4	108
2,6	2,9	0,10	15,3	3,3	30	19,5		49,4	5,0	42	33	19,7	90	25	30		2,0	96	5	108
2,8	2,6	0,13	16,7	4,9	20	19,5		53,3	5,0	38	32	17,8	61	24	29		1,6	86	3	97
3,0	2,5	0,11	16,9	4,4	23	19,5		57,2	4,0	36	32	15,3	69	23	28		1,5	83	3	83
3,2	2,3	0,09	18,0	4,1	25	19,5		61,1	4,0	32	31	13,5	74	22	27		1,2	73	4	73
3,4	4,3	0,14	19,6	3,3	30	19,5		65,0	5,0	49	41	28,9	90	25	31		2,2	142	5	158
3,6	2,4	0,10	20,8	4,2	24	19,5		68,9	4,0	31	32	14,1	72	22	27		1,1	76	4	76
3,8	2,7	0,10	21,6	3,8	26	19,5		72,8	4,0	35	34	16,5	79	22	27		1,2	89	4	89
4,0	2,7	0,12	23,5	4,5	22	19,5		76,7	4,0	34	35	16,5	66	22	27		1,2	89	3	89
4,2	2,5	0,09	24,1	3,7	27	20,0	10,0	78,7	4,0	30	33	14,7	80	21	26		1,0	79	4	79
4,4	2,9	0,11	24,5	3,8	26	20,0	10,0	80,7	4,0	35	36	17,7	79	22	27		1,2	95	4	95
4,6	3,1	0,14	25,5	4,4	23	20,0	10,0	82,7	4,0	37	37	18,8	69	22	27		1,2	102	3	102
4,8	3,3	0,14	26,7	4,3	23	20,0	10,0	84,7	4,0	38	38	20,0	70	22	28		1,3	108	3	108
5,0	3,4	0,14	27,1	4,2	24	20,0	10,0	86,7	4,0	39	39	20,6	72	22	28		1,3	111	4	111
5,2	2,9	0,10	28,2	3,3	30	20,0	10,0	88,7	4,0	34	37	17,7	90	21	27		1,1	95	5	95
5,4	3,6	0,14	29,8	3,8	26	20,0	10,0	90,7	4,0	40	40	21,8	79	23	28		1,3	117	4	117
5,6	3,8	0,14	31,4	3,8	27	20,0	10,0	92,7	4,0	41	41	22,9	80	23	28		1,3	124	4	124
5,8	3,2	0,10	32,4	3,2	31	20,0	10,0	94,7	4,0	36	39	19,4	93	22	27		1,1	104	5	104
6,0	3,1	0,12	32,4	3,8	27	20,0	10,0	96,7	4,0	35	38	18,8	80	21	26		1,0	101	4	101
6,2	2,8	0,13	33,3	4,6	22	20,0	10,0	98,7	3,0	31	37	14,8	65	21	26		0,9	91	3	79
6,4	3,7	0,19	35,3	5,1	20	20,0	10,0	100,7	4,0	39	41	22,4	59	22	27		1,2	120	3	120
6,6	4,2	0,18	39,2	4,2	24	20,0	10,0	102,7	4,0	42	44	25,3	72	23	28		1,3	136	4	136
6,8	3,8	0,25	40,2	6,5	15	20,0	10,0	104,7	4,0	39	42	22,9	46	22	27		1,2	123	2	123
7,0	5,3	0,27	41,2	5,2	19	20,0	10,0	106,7	5,0	48	48	35,5	58	24	29		1,6	172	3	192
7,2	6,3	1,63	44,1	26,0	4	20,0	10,0	108,7	5,0	53	52	42,1	12	25	30		1,9	205	1	229
7,4	24,5	0,00	0,0	0,0	####	20,0	10,0	110,7	6,0	92	95	180,2	####	32	38		7,3	812	###	995



Committente: **LA CASELLA Azienda agricola s.s.**

Località: San Nicolò di Celle – DERUTA PG).

Progetto: Ristrutturazione edificio di civile abitazione.

INDAGINI GEOTECNICHE IN POSTO :

- N°1 Prova penetrometrica statica CPT (*prof. m. 6,5 dal p.c.*)

Le prove sono state eseguite secondo le procedure di riferimento standard internazionali (I.S.S.M.F.E., 1988) e le Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I., 1977).

* **I risultati** comprendono, per ogni prova statica:

fg. "A") i diagrammi dell'andamento della *resistenza di punta* (q_c), della *resistenza laterale* sul manicotto di frizione (f_s) in MPa e del *rapporto di frizione* (R_f) in % contro la profondità in m.

fg. "B") la tabella dei valori di resistenza misurati con manometro ad alta precisione e i corrispondenti parametri geotecnici del terreno ricavati, in base alle assunzioni fatte sullo stato delle tensioni nel sottosuolo, con le più diffuse relazioni sperimentali ed in particolare per *terreni incoerenti*:

- Densità relativa	$D_r = -98 + 66 \log_{10}(q_c / \sigma'_v)^{0.5}$	(Lancellotta, 1983);
- Modulo di Taglio	$G_0 = 44 q_c (\sigma'_{oct})^{-0.12} \exp(-1.92 D_r)$	(Baldi et Al., 1986);
- Modulo di deformazione drenato	$E' = 3 q_c OCR^{1/2}$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Indice di rigidezza	$I_r = 300 / R_f$	(Baldi et Al., 1981);
- Angolo d'attrito interno effettivo (limi)	$\phi'^1 =$	
- Angolo d'attrito interno effettivo (sabbie)	$\phi'^2 = \arctg[(1/3.04) \log_{10}(q_c / \sigma'_v)]$	(Caquot)
e per <i>terreni coerenti</i> :		
- Coesione non drenata	$c_u = (q_c - \sigma'_v) / 30$	(Lunne e Eide, 1976);
- Sensitività	$S_t = 15 / R_f$	(Schmertmann et Al., 1978);
- Modulo di deformazione non drenato	$E_u = 500 c_u OCR^{0.5}$	(Ladde et Al., 1977).

Deruta, li 30/10/2017

Il Responsabile.

SOILTECNO S.r.l.
IL DIRETTORE TECNICO
(Benedetto Caracciolo)



Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante
Punta meccanica tipo "Begemann" ($\phi=35,7$ mm) vertice 60°
Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm²)
Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: Si.

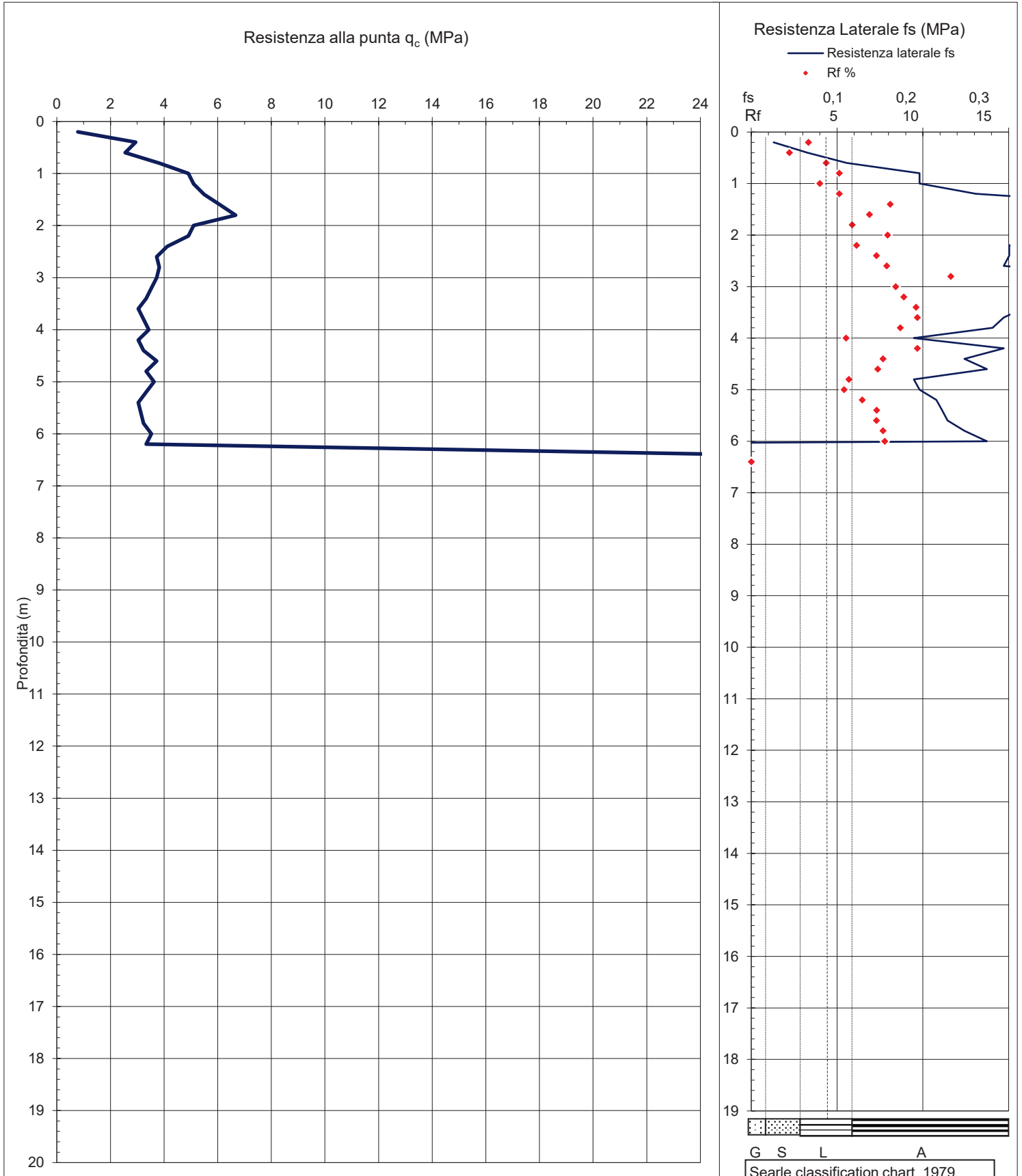
Committ.: **LA CASELLA Società agricola**
Località: San Nicolò di Celle - DERUTA (PG)

Data: 30/10/17
Oper.: Battistoni

Quota piano camp.: m 181,0 s.l.m.
Quota inizio prova: m 181,0 s.l.m.

Prof. falda da Q.i.: n.r.
Prof. di stab. falda: n.r.

DIAGRAMMI DI RESISTENZA





PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT-M

N° 2

Foglio "B"

Penetrometro Statico da 120 kN di spinta autoancorante Punta meccanica tipo "Begemann" ($\phi=35,7$ mm) vertice 60° Manicotto laterale di frizione (area laterale 150 cm ²) Velocità d'avanzamento 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) - Anello allarg.: Si.	Committ.: LA CASELLA Società agricola	Data: 30/10/17
	Località: San Nicolò di Celle - DERUTA (PG)	Resp.: Battistoni
	Quota piano camp.: m 181,0 s.l.m.	Prof. falda Q.i.: n.r.
	Quota inizio prova: m 181,0 s.l.m.	Prof. di stab. falda: n.r.

VALORI DI RESISTENZA TENSIONI TERRENO

PARAMETRI GEOTECNICI

Prof.	q _c	f _s	Q _t	R _f	I _f	γ	γ_w	σ'	OCR	terreni incoerenti				terreni coerenti						
										D _r	G _o	E'	I _r	ϕ'^1	ϕ'^2	C _u / σ'	C _u	S _t	E _u	
m	MPa	MPa	kN	%	-	kN/m ³	kN/m ³	kPa	-	%	MPa	MPa	-	°	°	-	kPa	-	MPa	
0,2	0,8	0,03	1,2	3,3	30	17,0		3,4	6,0	43	12	5,8	90	32	38		7,7	26	5	32
0,4	2,9	0,07	3,5	2,2	45	17,5		6,9	6,0	71	24	21,6	135	35	41		14,2	98	7	120
0,6	2,5	0,11	3,9	4,4	23	18,0		10,5	6,0	60	24	18,7	69	33	38		8,1	85	3	104
0,8	3,8	0,20	5,9	5,1	20	18,0		14,1	6,0	68	30	28,1	59	33	39		9,0	127	3	156
1,0	4,9	0,20	8,4	4,0	25	18,0		17,7	6,0	72	35	36,0	75	33	39		9,2	163	4	199
1,2	5,1	0,26	8,8	5,1	20	18,0		21,3	6,0	70	36	37,5	59	32	38		7,9	169	3	207
1,4	5,5	0,44	10,6	8,1	12	18,0		24,9	6,0	70	38	40,4	37	32	38		7,3	182	2	223
1,6	6,1	0,42	15,7	6,9	15	18,0		28,5	6,0	71	41	44,7	44	32	37		7,1	202	2	247
1,8	6,7	0,39	15,7	5,9	17	18,5		32,2	6,0	72	44	49,0	51	32	37		6,9	221	3	271
2,0	5,1	0,41	14,9	7,9	13	18,5		35,9	6,0	63	39	37,5	38	30	35		4,7	169	2	207
2,2	4,9	0,30	15,7	6,1	16	18,5		39,6	6,0	60	39	36,0	49	29	35		4,1	162	2	199
2,4	4,1	0,30	12,9	7,3	14	18,5		43,3	5,0	54	37	27,6	41	28	33		3,1	136	2	152
2,6	3,7	0,29	12,9	7,9	13	18,5		47,0	5,0	50	36	25,0	38	26	32		2,6	123	2	137
2,8	3,8	0,44	12,7	11,6	9	18,5		50,7	5,0	49	37	25,7	26	26	32		2,5	126	1	141
3,0	3,7	0,31	15,1	8,4	12	18,5		54,4	5,0	48	37	25,0	36	26	31		2,3	122	2	137
3,2	3,5	0,31	14,5	8,9	11	18,5		58,1	5,0	45	37	23,7	34	25	30		2,0	116	2	129
3,4	3,3	0,32	15,7	9,6	10	18,5		61,8	4,0	43	37	20,0	31	24	30		1,8	109	2	109
3,6	3,0	0,29	17,7	9,7	10	18,5		65,5	5,0	39	35	20,4	31	23	29		1,5	99	2	111
3,8	3,2	0,28	18,4	8,7	12	18,5		69,2	4,0	40	37	19,4	35	23	29		1,5	106	2	106
4,0	3,4	0,19	19,6	5,5	18	18,5		72,9	4,0	41	38	20,6	54	24	29		1,5	112	3	112
4,2	3,0	0,29	20,8	9,7	10	18,5		76,6	4,0	37	36	18,2	31	23	28		1,3	99	2	99
4,4	3,2	0,25	23,5	7,7	13	18,5		80,3	4,0	38	38	19,4	39	23	28		1,3	105	2	105
4,6	3,7	0,27	25,5	7,4	14	18,5		84,0	4,0	41	40	22,4	41	23	28		1,4	121	2	121
4,8	3,3	0,19	25,9	5,7	18	18,5		87,7	4,0	38	39	20,0	53	22	27		1,2	108	3	108
5,0	3,6	0,20	27,5	5,4	19	18,5		91,4	4,0	40	40	21,8	56	23	28		1,3	118	3	118
5,2	3,3	0,22	29,0	6,5	15	18,5		95,1	4,0	37	39	20,0	46	22	27		1,1	108	2	108
5,4	3,0	0,22	29,4	7,3	14	18,0		98,7	3,0	33	39	15,8	41	21	26		1,0	98	2	85
5,6	3,1	0,23	30,2	7,3	14	18,5		102,4	3,0	34	39	16,3	41	21	26		1,0	101	2	88
5,8	3,2	0,25	30,4	7,7	13	18,5		106,1	3,0	34	40	16,8	39	21	26		1,0	104	2	90
6,0	3,5	0,27	31,4	7,8	13	18,5		109,8	4,0	36	41	21,2	39	21	26		1,0	114	2	114
6,2	3,3	1,70	34,3	51,0	2	18,5		113,5	3,0	34	41	17,3	6	21	26		0,9	107	0	93
6,4	25,5	0,00	0,0	0,0	####	18,5		117,2	6,0	92	97	187,4	####	32	38		7,2	846	###	1036

Profilo sismico MASW-1

Studio geologico
Dr. Maurizio Battistoni
C.F.: BTTMRZ62D26G478E
P.IVA: 01800730549

Via: Ugo Foscolo, 4c - 06053
San Nicolò di Celle – Deruta (PG)

Tel: 075 - 974740
maurizio.battistoni@libero.it

Realizzazione centro ippoterapico



Data: maggio 2021

Il committente:
Fondazione Sorella Natura

Il Tecnico:
Dott. Geol. Maurizio Battistoni

SOILTECNO S.r.l.
IL DIRETTORE TECNICO
(Geol. Maurizio Battistoni)

Il Progettista

Ditta esecutrice: Soiltecno S.r.l.

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

È possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

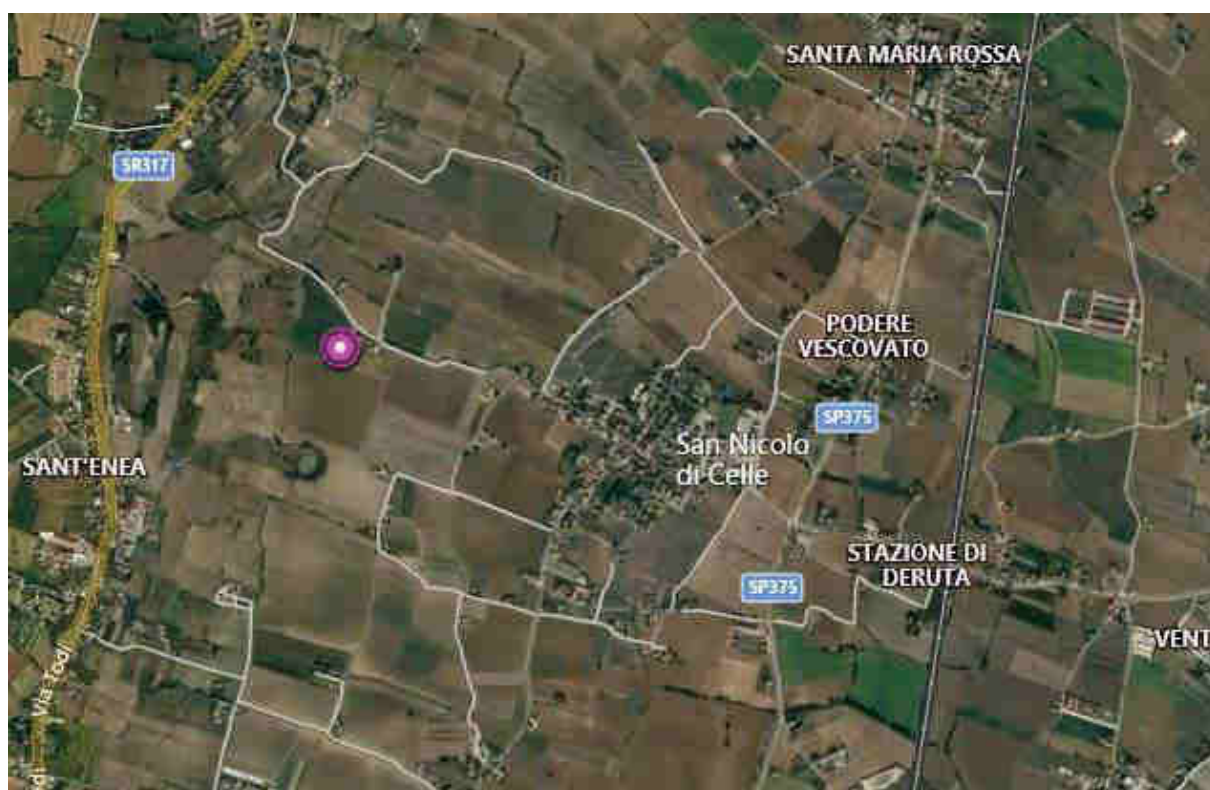
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

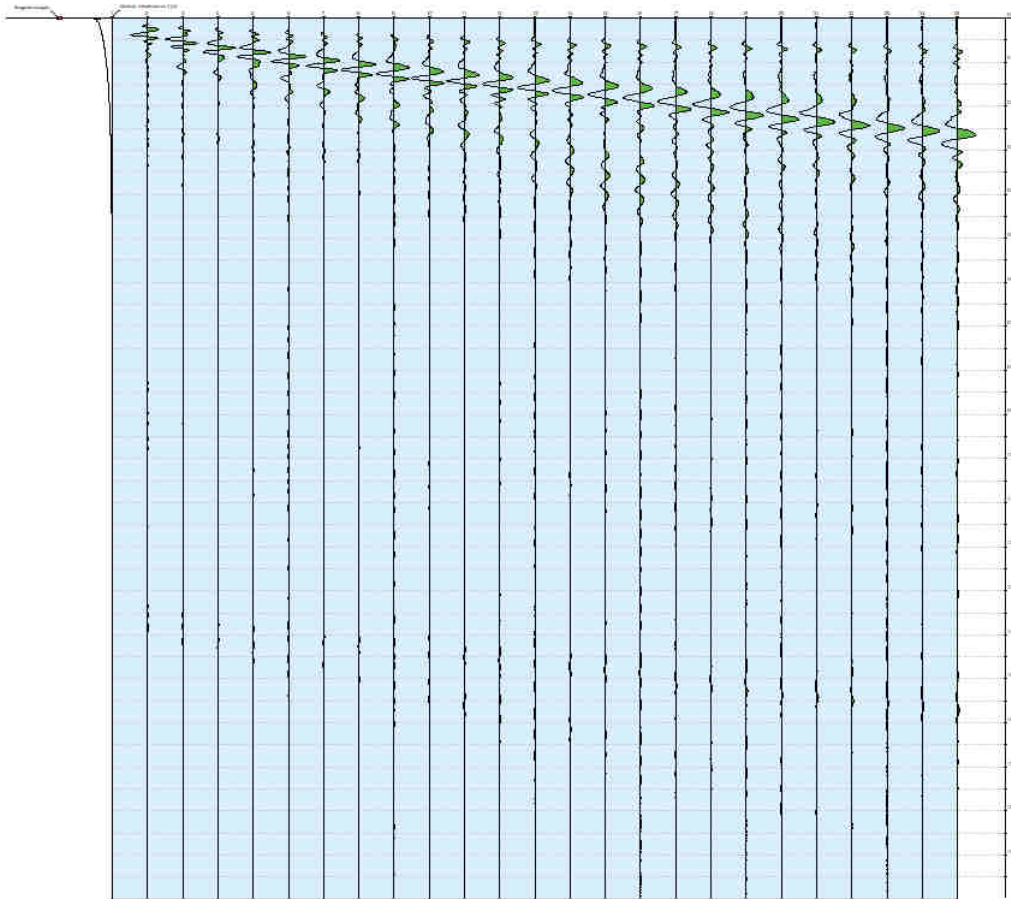
Dati generali

Committente	Fondazione Sorella Natura
Cantiere	Deruta
Località	San Nicolò di Celle
Operatore	Battistoni
Responsabile	Battistoni
Zona	San Nicolò di Celle
Data	17/05/2021
Latitudine	43.0186
Longitudine	12.3703



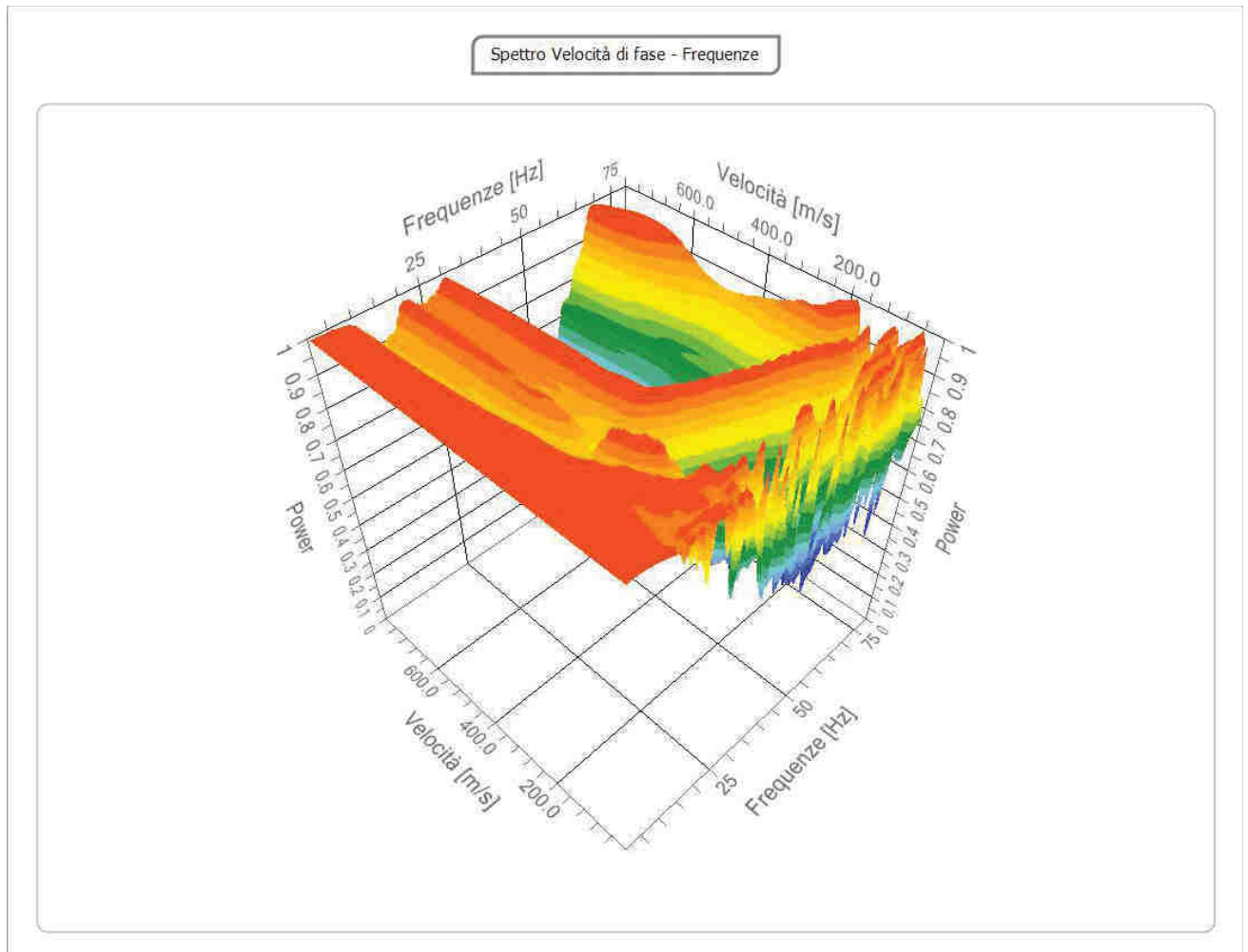
Tracce

N. tracce	25
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



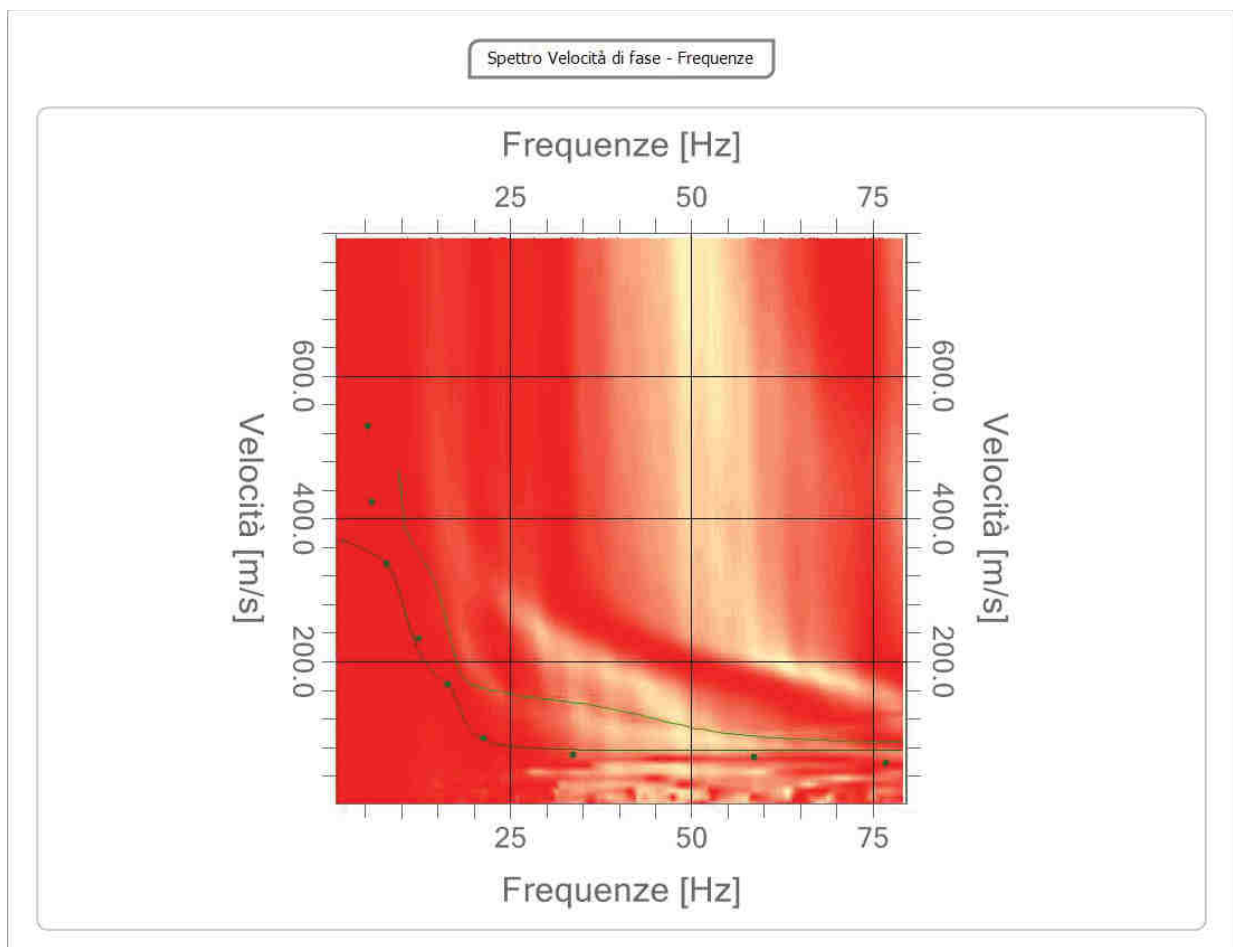
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	80
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



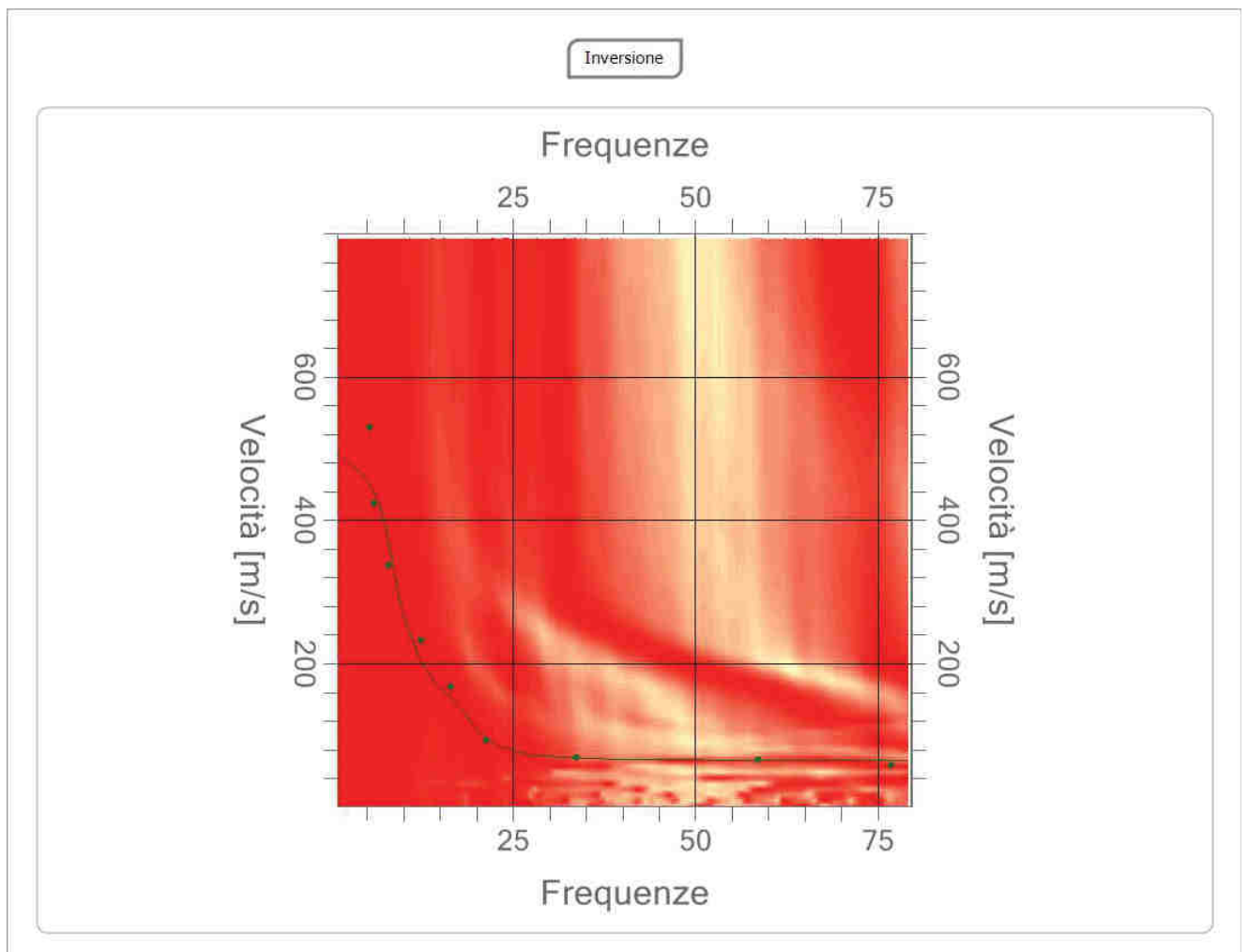
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.3	530.4	0
2	6.0	422.6	0
3	7.9	337.6	0
4	12.4	231.4	0
5	16.5	167.7	0
6	21.3	92.5	0
7	33.7	69.6	0
8	58.7	66.4	0
9	76.9	58.2	0

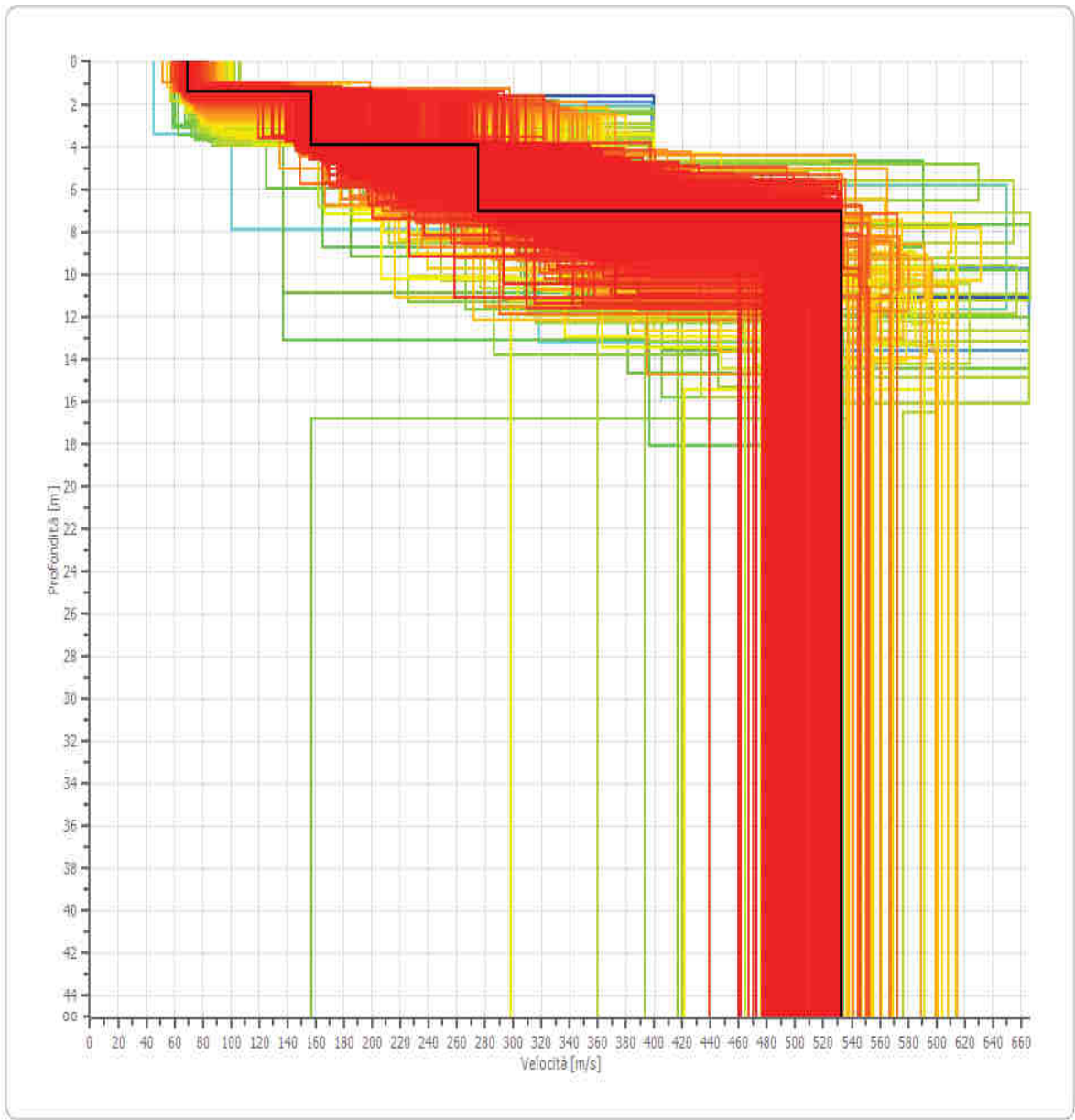


Inversione

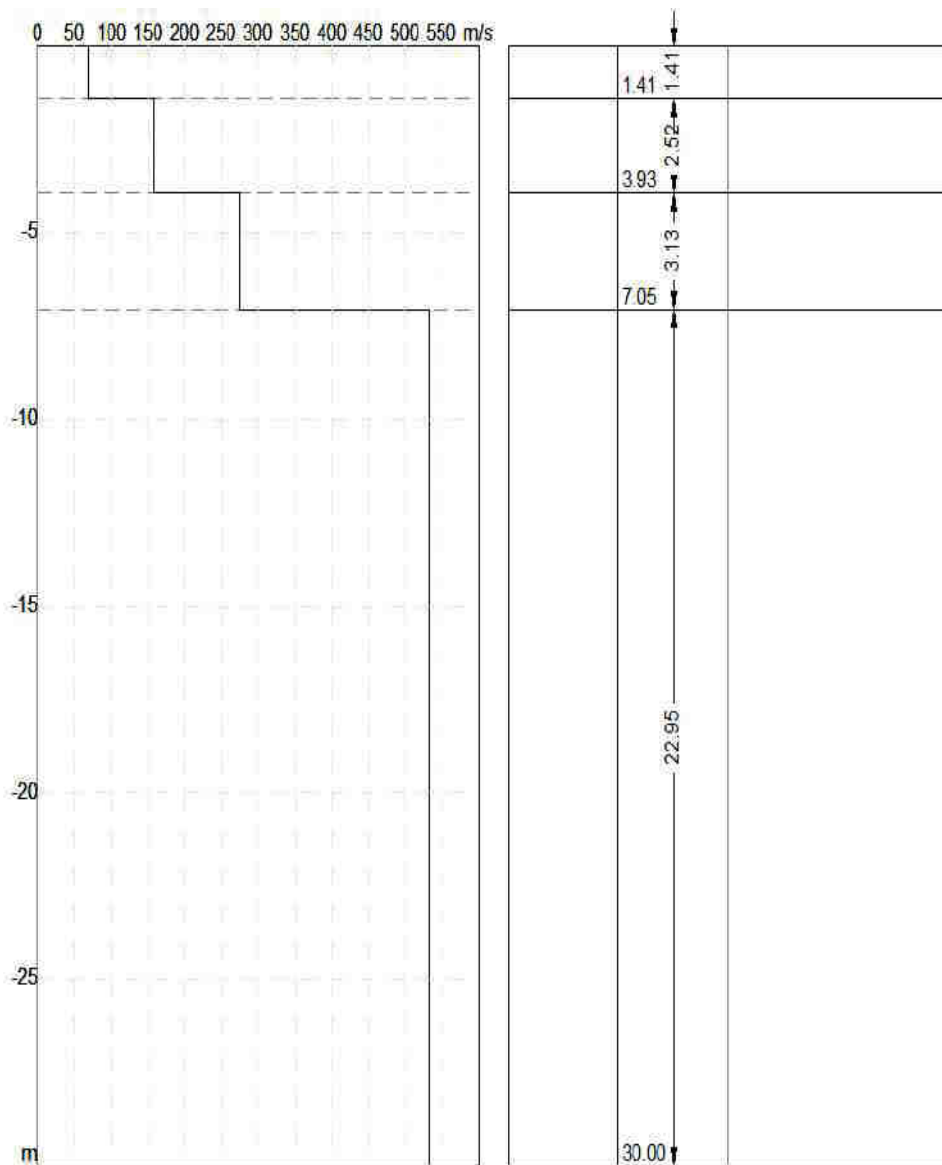
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/m ³]	Coeff. di Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.41	1.41	1750.0	0.35	No	144.2	69.3
2	3.93	2.52	1800.0	0.35	Si	326.8	157.0
3	7.05	3.13	2000.0	0.35	No	572.1	274.8
4	oo	oo	2100.0	0.35	Si	1109.1	532.8



Profilo di velocità



Profilo sismostratigrafico



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
$V_{s,eq}$ [m/sec] (H=30.00 m)	330.44
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coeff. di Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.41	1.41	69.28	144.23	1750.00	0.35	8.40	36.40	25.20	22.68	2	3.69
2	3.93	2.52	156.99	326.79	2000.00	0.35	49.29	213.58	147.87	133.08	41	225.21
3	7.05	3.13	274.83	572.11	2000.00	0.35	151.07	654.63	453.20	407.88	N/A	3756.31
4	oo	oo	532.78	1109.08	2100.00	0.35	596.10	2583.11	1788.31	1609.48	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Indice

Dati generali.....	4
Tracce.....	5
Analisi spettrale.....	6
Curva di dispersione.....	7
Inversione.....	9
Risultati.....	13
Altri parametri geotecnici.....	13

Rilievo sismico dei microtremori - stazione singola - HVSR-1

Dott. Maurizio Battistoni C.F.: BTTMRZ62D26G478E P.IVA: 01800730549	Via: Via Foscolo 4 06053 Deruta (PG) – S. Nicolò di Celle Tel: 075-974740 Email: maurizio.battistoni@libero.it
--	---

Ristrutturazione edificio

	Data: ottobre 2017
	Il committente: La Casella
	IL Tecnico: Dr. Maurizio Battistoni  <p>SOILTECNO S.p.A. IL DIRETTORE TECNICO (Dott. Maurizio Battistoni)</p>
	Il Progettista
Ditta esecutrice: Soiltecno S.r.l.	

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

Dati generali

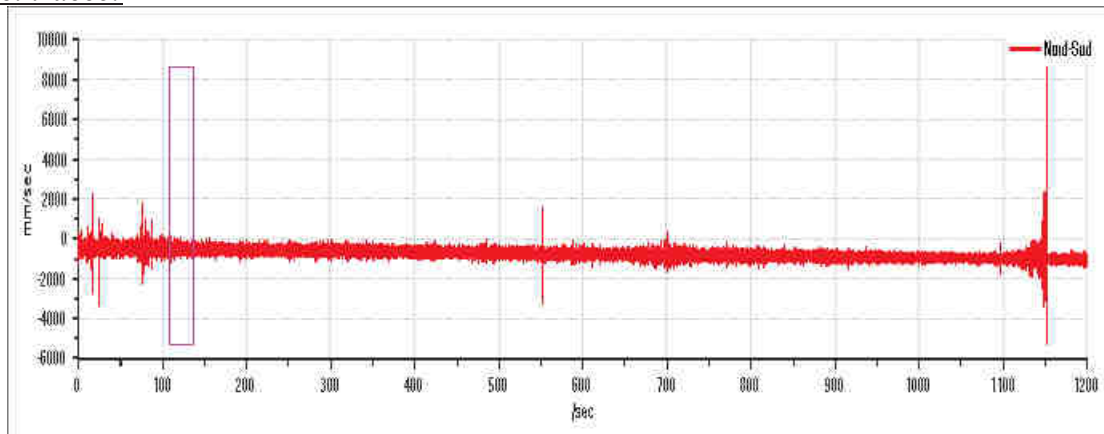
Nome progetto: Ristrutturazione edificio
Committente: La Casella
Cantiere: San Nicolò
Località: San Nicolò
Operatore: Battistoni
Responsabile: Battistoni
Data: 19/10/2017 0.00.00
Zona: Deruta
Latitudine:
Longitudine:

Tracce in Input

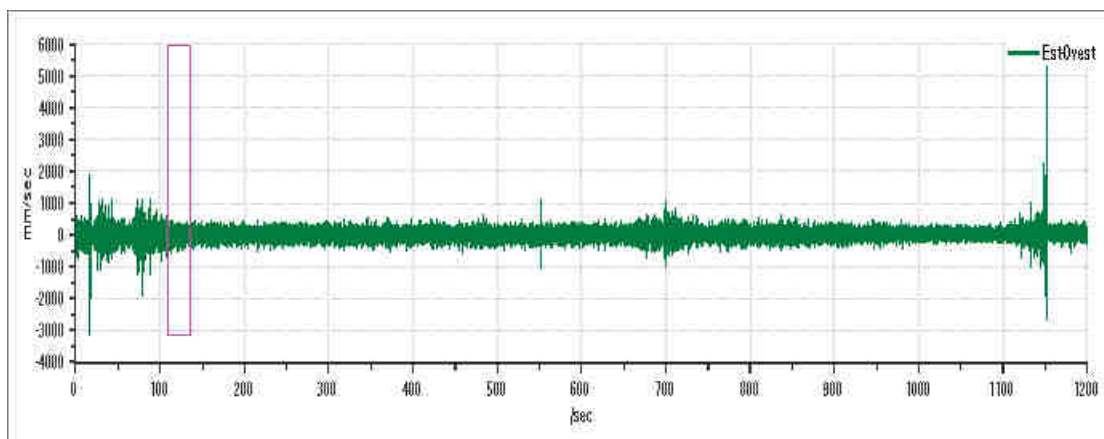
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 300.00 Hz
Numero campioni: 360000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

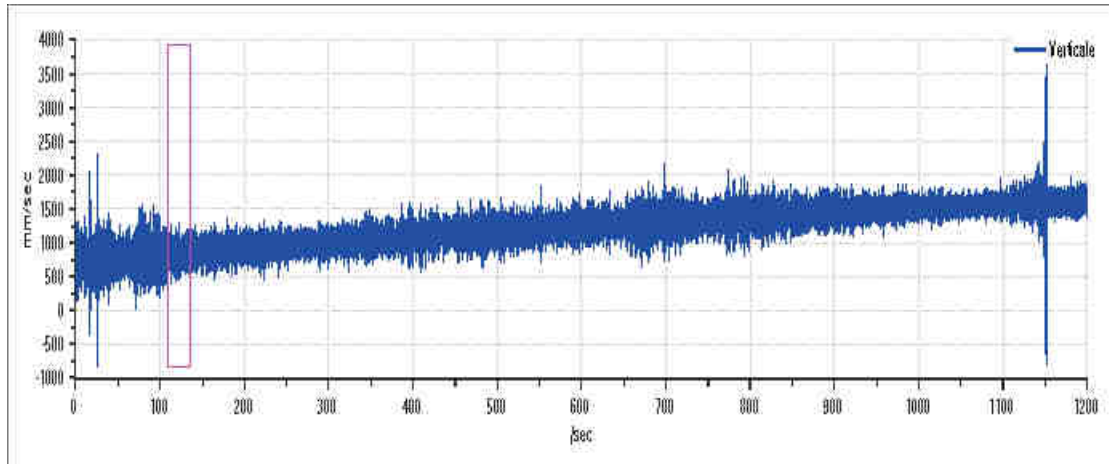
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

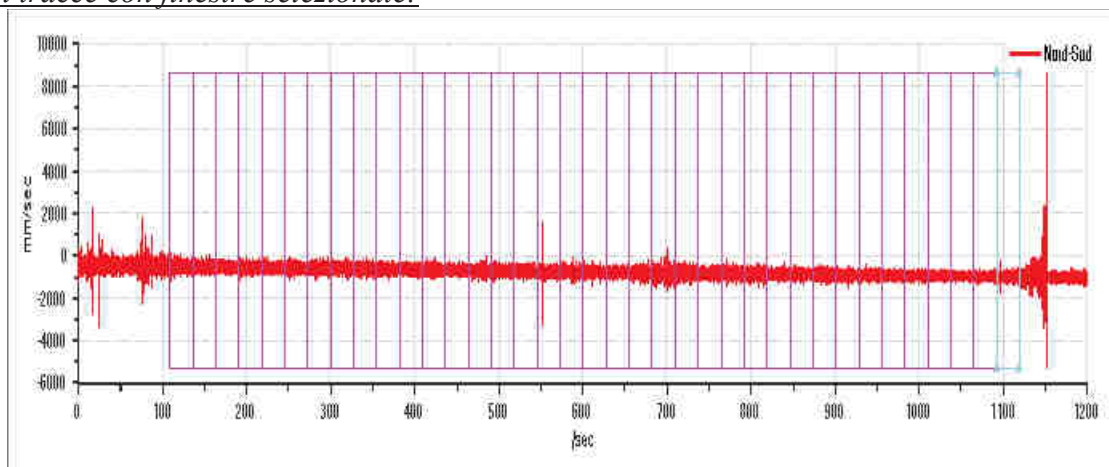
Numero totale finestre selezionate: 37
 Numero finestre incluse nel calcolo: 37
 Dimensione temporale finestre: 27.307 s
 Tipo di lisciamiento: Media mobile
 Percentuale di lisciamiento: 15.00 %

Tabella finestre:

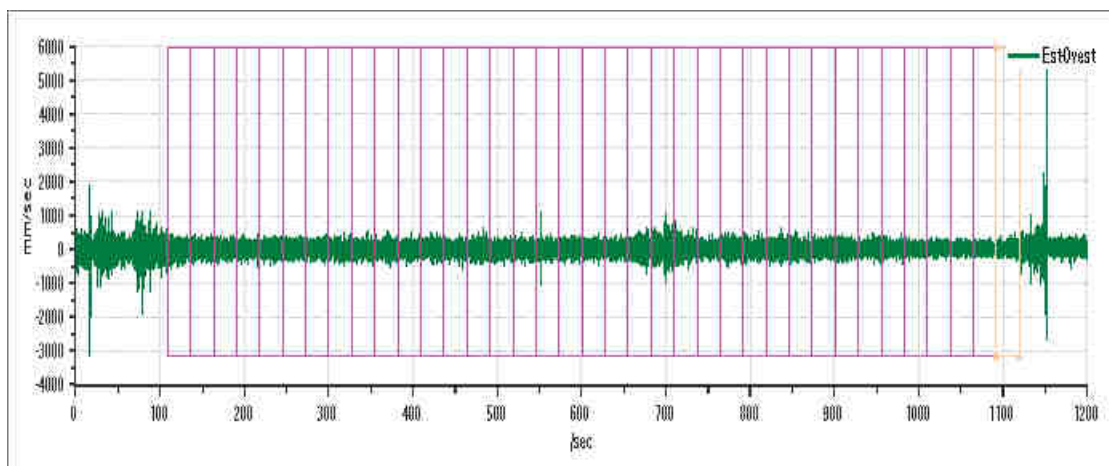
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	109.227	136.533	Inclusa
2	136.533	163.84	Inclusa
3	163.84	191.147	Inclusa
4	191.147	218.453	Inclusa
5	218.453	245.76	Inclusa
6	245.76	273.067	Inclusa
7	273.067	300.373	Inclusa
8	300.373	327.68	Inclusa
9	327.68	354.987	Inclusa
10	354.987	382.293	Inclusa
11	382.293	409.6	Inclusa
12	409.6	436.907	Inclusa
13	436.907	464.213	Inclusa
14	464.213	491.52	Inclusa
15	491.52	518.827	Inclusa
16	518.827	546.133	Inclusa
17	546.133	573.44	Inclusa
18	573.44	600.747	Inclusa
19	600.747	628.053	Inclusa
20	628.053	655.36	Inclusa
21	655.36	682.667	Inclusa
22	682.667	709.973	Inclusa
23	709.973	737.28	Inclusa
24	737.28	764.587	Inclusa
25	764.587	791.893	Inclusa

26	791.893	819.2	Inclusa
27	819.2	846.507	Inclusa
28	846.507	873.813	Inclusa
29	873.813	901.12	Inclusa
30	901.12	928.427	Inclusa
31	928.427	955.733	Inclusa
32	955.733	983.04	Inclusa
33	983.04	1010.347	Inclusa
34	1010.347	1037.653	Inclusa
35	1037.653	1064.96	Inclusa
36	1064.96	1092.267	Inclusa
37	1092.267	1119.573	Inclusa

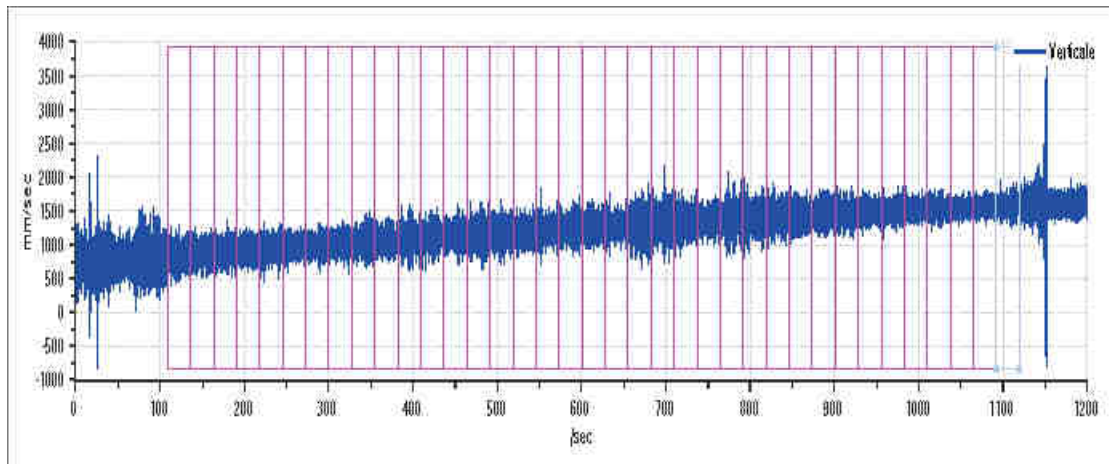
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

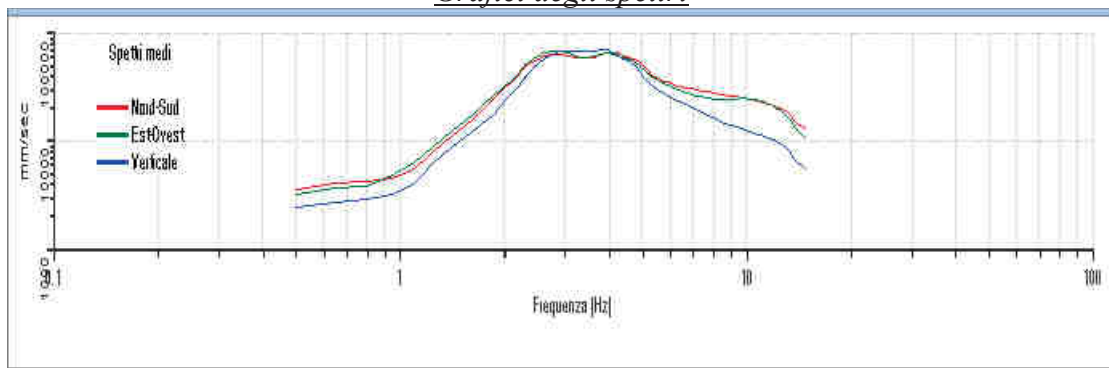


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

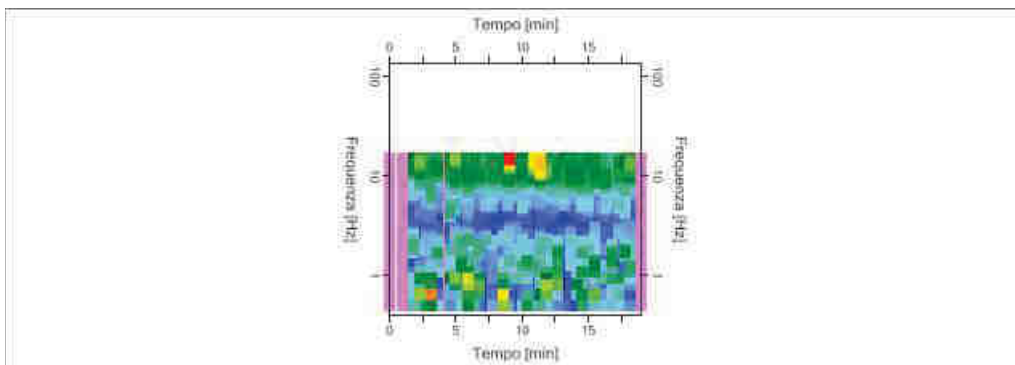


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

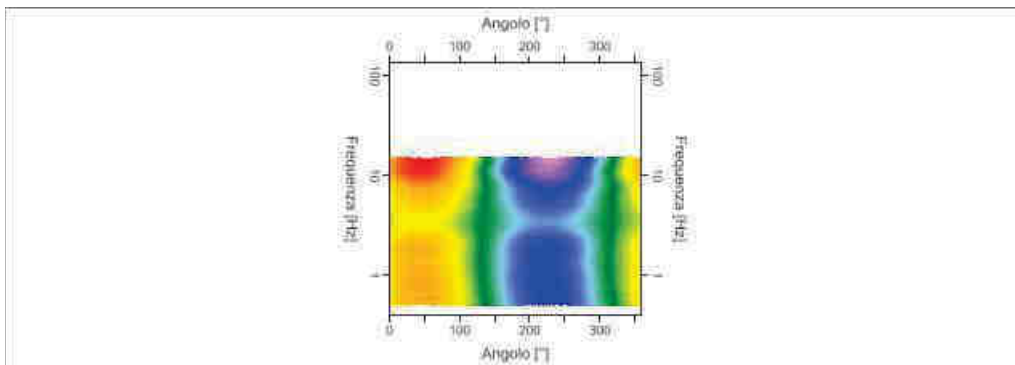
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

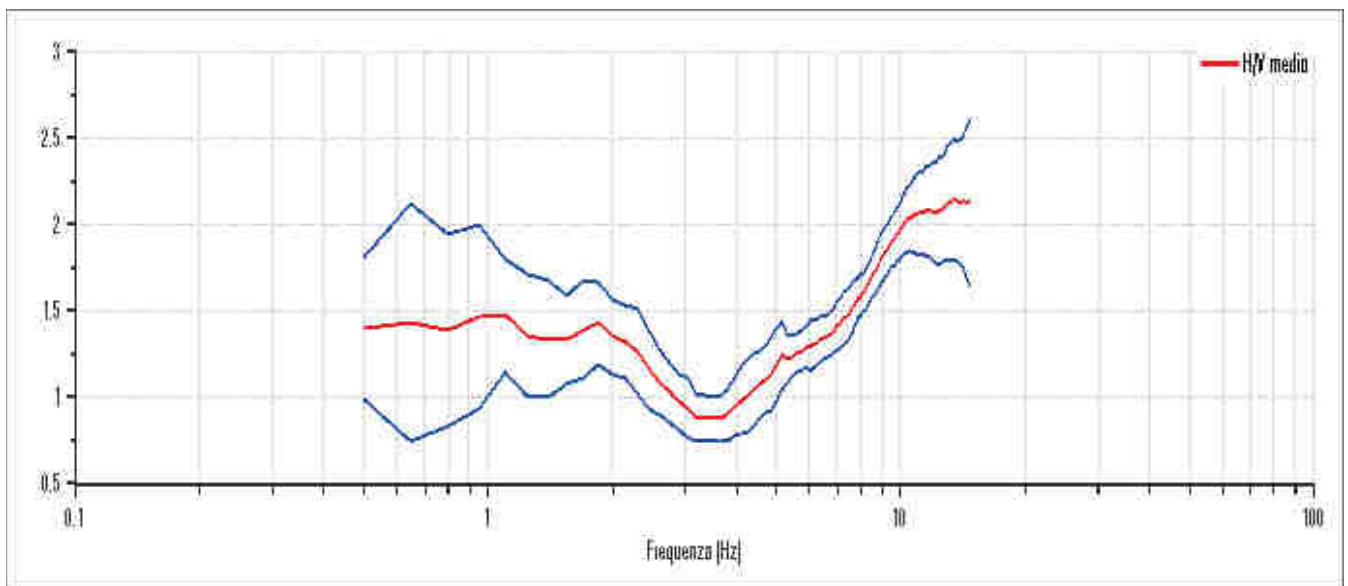
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo di lisciamento: Media mobile
 Percentuale di lisciamento: 15.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 13.55 Hz \pm 0.16 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	OK
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Non superato
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Non superato
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

Modello stratigrafico

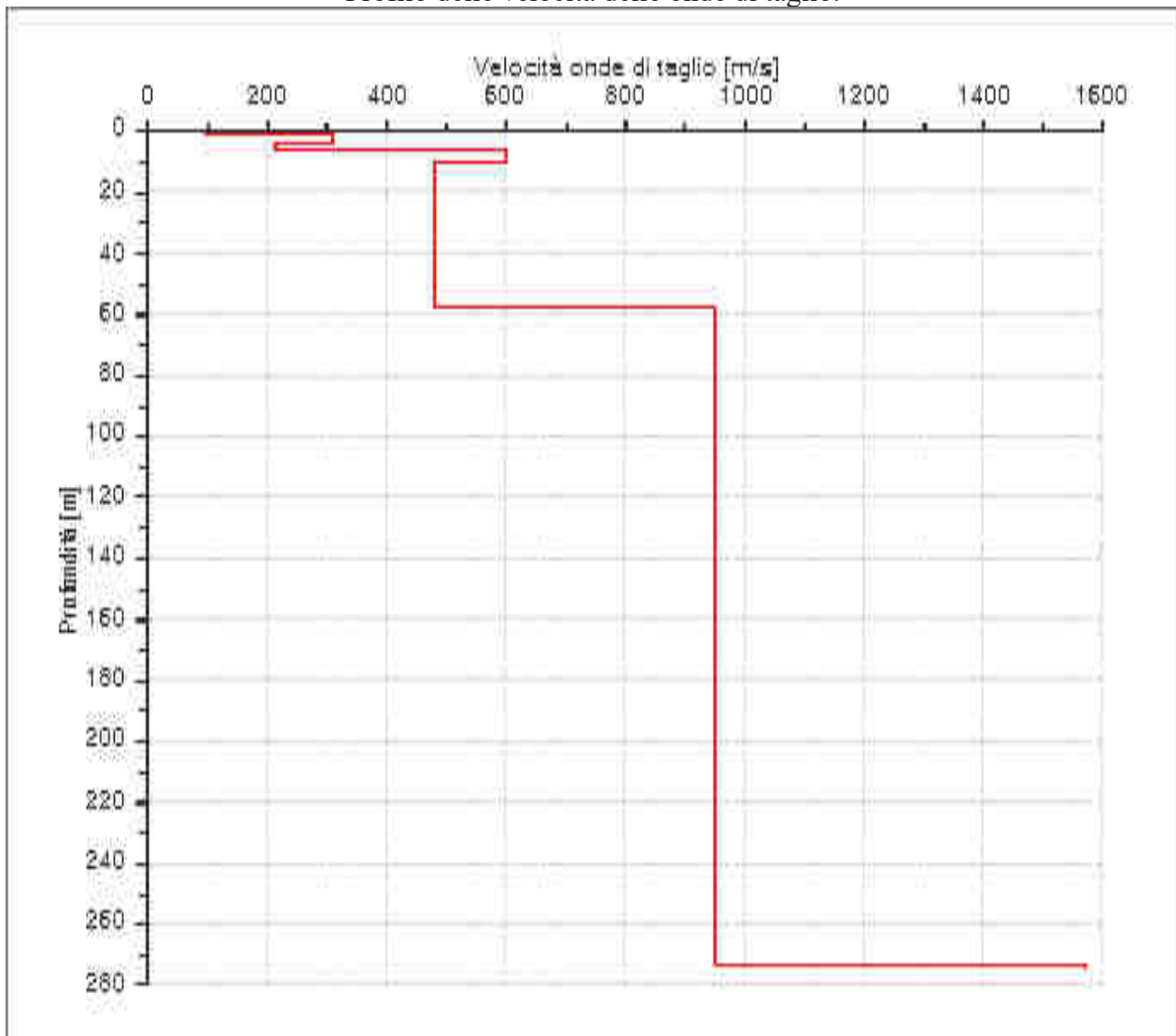
Dati riepilogativi:

Numero strati: 7
Frequenza del picco dell'ellitticità: 14.75 Hz
Valore di disadattamento: 0.02
Valore Vs30: 365.57 m/s

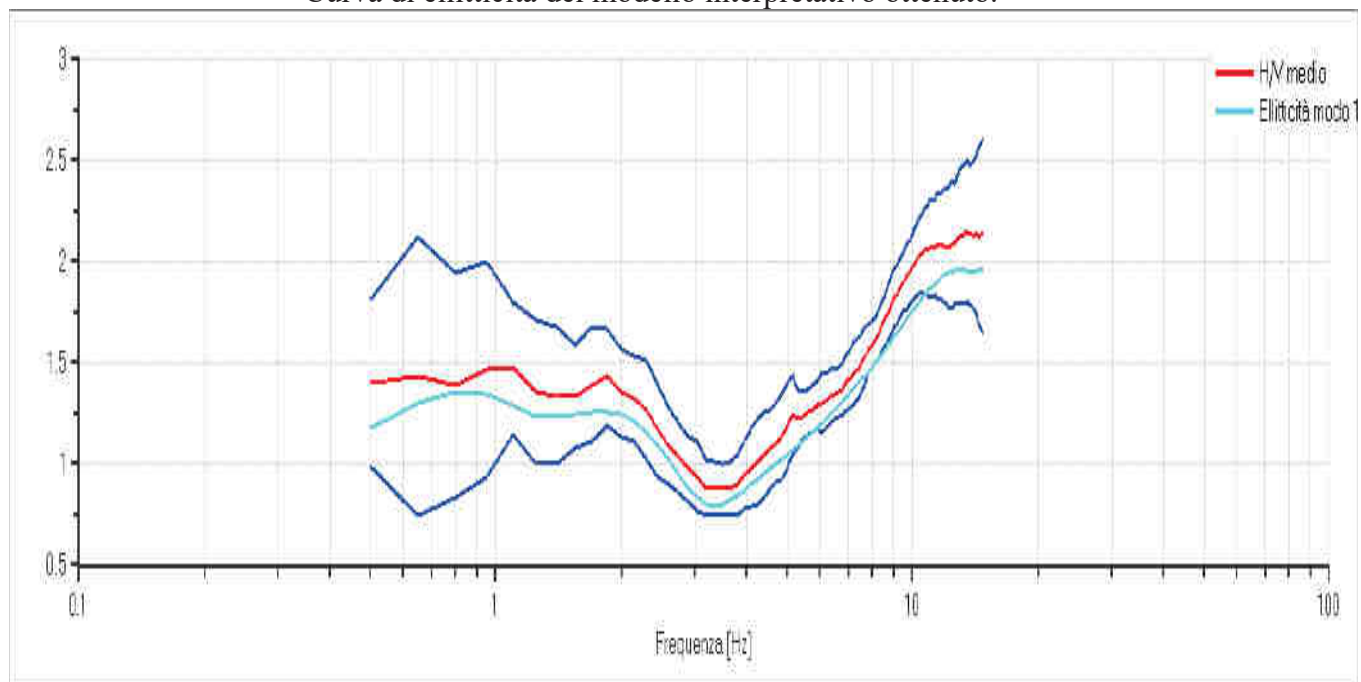
Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m³]	Coeff. di Poisson	Velocità Onde di taglio [m/s]
1	0	1.44	18	0.3	96
2	1.44	2.27	19	0.3	310
3	3.71	2.58	20	0.3	215
4	6.29	3.9	21	0.3	600
5	10.18	48.01	22	0.3	481
6	58.19	215.41	23	0.3	950
7	273.6	1	24	0.3	1573

Profilo delle velocità delle onde di taglio.



Curva di ellitticità del modello interpretativo ottenuto.



Indice

Cenni tecnica HVSR	2
Dati generali	3
Tracce in input	3
Grafici tracce	3
Finestre selezionate	4
Tabella finestre	4
Grafici tracce con finestre selezionate	5
Grafico spettri medi	6
Mappa stazionarietà	6
Mappa direzionalità	7
Rapporto spettrale H/V	7
Grafico H/V	7
Verifiche SESAME	8
Modello stratigrafico	8
Grafico Profilo velocità	9
Indice	10