



### Il Commissario Straordinario

per la progettazione, l'affidamento e la realizzazione degli interventi necessari all'adeguamento dei sistemi di collettamento, fognatura e depurazione oggetto di provvedimento di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea in ordine all'applicazione della Direttiva 91/271/CEE sul trattamento delle acque reflue urbane

(art. 7, comma 7 del D.L. 133/2014, convertito con modificazioni dalla L. 11 novembre 2014 n. 164 )

**D.P.C.M. 1 Aprile 2016 - DELIBERA CIPE 60/2012 - ID 33497**

## COMUNE DI CASTELVETRANO SISTEMA FOGNARIO PER ACQUE NERE A SERVIZIO DELLA FRAZIONE DI TRISCINA E COLLEGAMENTO AL DEPURATORE COMUNALE IN VIA ERRANTE VECCHIA

### PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE A.T.I.  
CAPOGRUPPO



**CONCISE CONSORZIO STABILE**  
società consortile per azioni

Via Del Maglio 4C  
33107 - Pordenone (PN)  
Tel. 0434.241.775  
Web : [www.consorziocconcise.com](http://www.consorziocconcise.com)

MANDANTI

**SWECO**  
**HYDROPROJEKT**

Dott. Geol. F. Miragliotta  
Dott. Geol. M. Rizzo

SOCIETA' INDICATE

PROGETTISTA :

Dott. Ing. Corrado Petris

**INGEGNERIA 2P**  
& associati

Via G.B. Dall'Armi 27/3  
30027 - San Donà di Piave (VE)  
Tel. 0421.307.700  
Web : [www.ingegneria2p.it](http://www.ingegneria2p.it)



Piazzale della Stazione, 7  
35131 - Padova (PD)  
Tel. 0498.763.888  
Web: [www.hmr.it](http://www.hmr.it)

**ENG TEAM & PARTNERS S.P.A.** Via Del Maglio 4B  
33170 - Pordenone (PN)  
Tel. 0434.247.736  
Web: [www.engteam.it](http://www.engteam.it)



(STRUTTURA OPERATIVA)

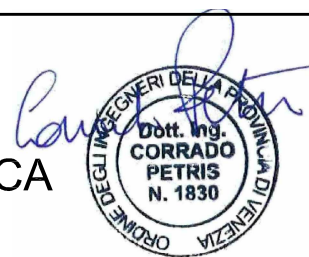


**SOGESID**

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

TITOLO ELABORATO:

## RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA



SCALA:

N. DOCUMENTO:

ANNO

N°COMMESSA

TIPOLOGIA

N. ELABORATO

FASE

REVISIONE

1 4

0 2 3

R E

0 5

E

2

REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE	REDAZIONE	VERIFICA	CONTROLLO
1	OTT 2015	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI VALIDATORE	M.R.	C.P.	
2	NOV 2016	AGGIORNAMENTO NORMATIVO	M.R.	C.P.	

**SISTEMA FOGNARIO PER ACQUE NERE A SERVIZIO DELLA FRAZIONE DI TRISCINA E  
COLLEGAMENTO AL DEPURATORE COMUNALE IN VIA ERRANTE VECCHIA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA**

**Indice**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO .....</b>	<b>3</b>
2.1. Inquadramento geografico .....	3
2.2. Caratteristiche geologiche generali .....	4
2.3. Caratteristiche morfologiche generali .....	6
2.4. Caratteristiche idrogeologiche e idrologiche generali .....	9
2.5. Caratteristiche tettoniche generali .....	11
<b>3. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E RISPOSTA SISMICA LOCALE .....</b>	<b>13</b>
<b>4. PIANO DELLE INDAGINI GEOLOGICHE .....</b>	<b>19</b>
<b>5. CARATTERI GEOTECNICI DEI TERRENI DI SEDIME .....</b>	<b>20</b>
<b>6. MODELLO GEOLOGICO DEFINITIVO .....</b>	<b>24</b>
<b>7. ALLEGATI .....</b>	<b>30</b>
7.1. Certificati del laboratorio geotecnico .....	30
7.2. Certificati prove penetrometriche statiche CPT e CPTU .....	31
7.3. Rapporti di prova dell'indagine di sismica passiva .....	32
7.4. Rapporti di prova dell'indagine di sismica M.A.S.W. ....	33
7.5. Rapporti di prova dell'indagine di sismica a rifrazione .....	34

**Allegati:**

- Stralcio IGM scala 1:25.000 (Allegato 1).
- Stralcio Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 (Allegato 2).
- Stralcio carta geolitologica scala 1:10.000 (Allegato 3).
- Stralcio carta geomorfologica ed idrogeologica scala 1:10.000 (Allegato 4).
- Stralcio carta dissesti, pericolosità e rischi geomorfologico, idraulico e coste - censiti dal PAI della Regione Siciliana (Allegato 5).
- PAI Coste (Allegato 5a)
- Planimetria ubicazione indagini geologiche dirette ed indirette scala 1:10.000 (Allegato 6).
- Sezioni geolitologiche scala 1:100 (Allegato 7).

## 1. PREMESSA

Gli scriventi Rizzo Geol. Massimiliano Maria e Miragliotta Geol. Franco, rispettivamente n° 2322 e n° 919, Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, su incarico del CONCISE CONSORZIO STABILE, società consortile a responsabilità limitata, hanno redatto la presente relazione geologica a supporto del progetto definitivo per la realizzazione del "SISTEMA FOGNARIO PER ACQUE NERE A SERVIZIO DELLA FRAZIONE DI TRISCINA E COLLEGAMENTO AL DEPURATORE COMUNALE IN VIA ERRANTE VECCHIA", nel comune di Castelvetro (TP).

A tal uopo, la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito è stata svolta articolandola nelle seguenti fasi di studio:

- Raccolta e rielaborazione di tutti i dati e di tutte le cartografie tematiche, desumibili da studi effettuati in passato nell'area oggetto di indagine e/o in un intorno piuttosto limitato.
- Rilevamento geologico generale ed in particolare dell'area oggetto dell'intervento progettuale de quo.
- Definizione dei lineamenti geomorfologici, principali e secondari, dei dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva.
- Definizione dello schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.
- Definizione della successione litostratigrafica locale, dei caratteri geostutturali generali, della geometria, delle caratteristiche delle superfici di discontinuità.
- Definizione della pericolosità sismica di base e della relativa risposta sismica locale.
- Definizione dei parametri geomeccanici dei terreni di sedime, in particolar modo in corrispondenza delle strutture in CCA (stazioni di sollevamento dei reflui).

Il lavoro è stato eseguito in conformità con le indicazioni previste dalle seguenti normative:

- ✓ D.M. LL. PP. 11/03/1988, relativo alle "norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, etc." e smi.
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/2003 modificata dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3519 del 28 aprile 2006.
- ✓ NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008 e s.m.i., specificatamente secondo i par. 6.2.1, 3.2 e 7.11.3.1.
- ✓ Circolare applicativa 02\_02\_2009 n° 617, specificatamente secondo i par. 6.2.1 e C 3.2 - NTC 2008.

Sovrapponendo le informazioni di cui sopra, è stata redatta la presente relazione, con le relative carte tematiche in calce allegate, che ha lo scopo di definire le caratteristiche geologiche dei terreni coinvolti nello studio, dando priorità alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime.

## 2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

### 2.1. Inquadramento geografico

Il terreno oggetto di indagine, ricade nei fogli N° 265, I Quadrante, Orientamento S.O. e N.O. della carta d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano e nelle sezioni n° 618100, 618140 e 627020 della Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione Siciliana – Assessorato del Territorio e dell'Ambiente. Le coordinate più estreme sono rispettivamente: a Nord (area depuratore) lat. 37.655882° e lon. 12.804981° mentre a Sud (linea di costa) lat. 37.581112° e lon. 12.787501° (fonte: Google Earth™ – Coordinate: geografiche - Datum: wgs 84).

La superficie che localizza l'area di progetto è delimitata a Nord dal centro abitato di Castelvetro, ad Est dal fiume Modione, a Sud da contrada Catarrisoni ed infine ad Ovest da contrada Bresciana e Manicalunga.

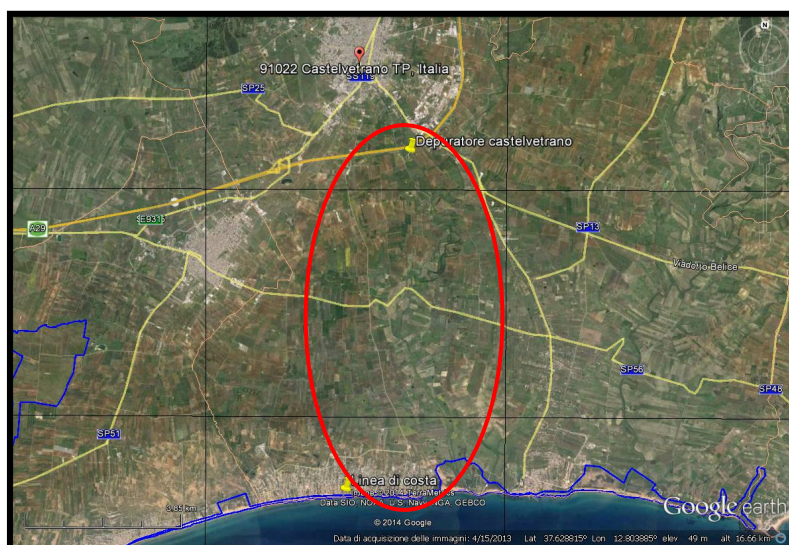


Figura 1 - Immagine prelevata da Google Earth™; nel poligono rosso l'area oggetto di indagine.



## 2.2. Caratteristiche geologiche generali

Il bacino della fossa di Castelvetro è caratterizzata dai depositi conglomeratici, sabbiosi e argilloso-marnosi della formazione Terravecchia (Flores, 1959; Schimdt di Friedberg, 1962), discordanti con i sovrastanti terreni della Serie evaporitica. Sopra questi terreni, affiorano i sedimenti pelagici del Pliocene Inferiore (trubi), cui segue la Formazione Marnoso-Arenacea della Valle del Belice del Pliocene medio-superiore (Ruggieri & Torre, 1973). In discordanza, si rinvencono i depositi marini quaternari della Calcarenitide di Marsala (D'Argenio & Virnuccio, 1994). I terreni sopra descritti sono ritagliati da spianate marine quaternarie, terrazzate in vari ordini (D'Angelo et al., 2001). Lungo le fasce costiere si rinvencono depositi palustri, dunari ed in prossimità dei principali corsi d'acqua, alluvioni talora terrazzate.

Il quadro della geologia della Sicilia sud-occidentale ed in particolare nella fascia compresa tra il territorio di Marsala, Mazara del Vallo e Castelvetro, è costituito da una serie di terrazzi marini, formati da rocce sedimentarie con facies litologica calcarenitico- sabbiosa, depositatesi nel Quaternario a causa di variazioni glacio-eustatiche del livello relativo del mare. Questi corpi sedimentari calcarenitici hanno rapporti geometrici di discordanza con i sottostanti depositi terrigeni pelitico-arenacei ed arenacei del Pliocene medio-sup. Appare spianata secondo una superficie debolmente inclinata verso mare, che si spinge verso l'interno a quote di diverse centinaia di metri ed è generalmente ricoperta da una tavola di sedimenti marini più o meno cementati, il "Grande Terrazzo Superiore" (G.T.S.).

La trasgressione che ha portato al deposito dei sedimenti marini del G.T.S. è stata apparentemente agevolata da una precedente azione di spianamento continentale (con episodi marini), sia per erosione che per sedimentazione.

Il territorio di Castelvetro è interessato da formazioni litologicamente differenti. Il centro urbano e le porzioni a sud, sud-est e ad est sono caratterizzate dagli affioramenti della formazione calcarenitica, la parte ad ovest del territorio comunale è caratterizzata da depositi limo-argillosi e conglomeratico-sabbiosi ed infine la parte a nord e nord-ovest è caratterizzata da depositi di marne, calcari marnosi e gessi. La formazione calcarenitica forma una serie di terrazzi marini degradanti verso Sud-Est, con una morfologia che denota strutture sub-tabulari. Stratigraficamente attribuibili al Pleistocene, le calcareniti e le sabbie afferiscono alla Formazione nota nella letteratura geologica regionale come "calcarenitide di Marsala", la quale è costituita da calcareniti, argille, sabbie, conglomerati e ghiaie. Le calcareniti con livelli marnosi sono invece di età Pliocene sup. ed afferiscono alla Formazione geologica "Marnoso-arenacea della Valle del Belice". L'eterogeneità dei depositi presenti nella parte occidentale fa sì che siano presenti rotture di pendio ed aspetti strutturali tipici delle marne e delle argille.

Sia le formazioni plastiche che quelle clastiche risultano interessate da dislocazioni e fratture che ne hanno modificato le caratteristiche strutturali. Infatti la presenza di faglie di distensione e di compressione, verificatesi in epoche successive hanno prodotto segni evidenti nella struttura originaria delle formazioni (corsi d'acqua). Si evidenzia quindi la struttura monoclinica delle calcareniti caratterizzata da una generale immersione verso Sud - Ovest, di pochi gradi.

Più difficile appare invece la lettura delle linee di discontinuità tettonica nelle formazioni plastiche per la natura degli affioramenti.

Si riporta di seguito una descrizione dettagliata delle formazioni geologiche affioranti nell'area oggetto di indagine:

- Calcarenitide giallastre con lenti sabbioso - argillose "Calcarenitide di Marsala" (Emiliano II – Siciliano).

La formazione calcarenitica nota come "Calcarenitide di Marsala" ascrivibile all'Emiliano II – Siciliano e deposta secondo una monoclinale, immersa verso SW in relazione alla linea di costa del Siciliano e strettamente connessa con l'ubicazione delle aree di alimentazione di questi depositi terrigeni. Tale formazione comincia con depositi di mare basso, ed arriva talora a sedimenti di facies circalitorale (100-200 metri di profondità). La formazione è molto estesa in prossimità della

costa; si osserva, in affioramento lungo tutta la striscia che da Marsala arriva a Mazara del Vallo sino a Castelvetro, Campobello di Mazara ed oltre (Fiume Belice). Nella porzione costiera la "Calcarene di Marsala" risulta ricoperta dalla sottile calcarenite dei terrazzi depositi successivamente. Costituita da clasti prevalentemente calcarei monometrici, si presenta inferiormente scarsamente cementata, di colore vario, dal bianco al giallo, al rossiccio, con lenti sabbioso-argillose; superiormente più compatta, spesso ben cementata, di colore generalmente chiaro. Lo spessore delle calcareniti aumenta sia in direzione della linea di costa, sia verso Ovest. Verso Est i depositi della "Calcarene di Marsala" passano eteropicamente a sedimenti in facies sabbioso-argillosa (Foce del Belice). La sedimentazione della "Calcarene di Marsala" si interrompe a causa di una generale emersione che prelude a una lunga fase di continentalità nota come "Regressione Romana". Le evidenze di questa fase sono costituite nell'area studiata dalla presenza di un paleosuolo (terre rosse) che ricoprono la "calcarene di Marsala", il cui spessore può raggiungere 1,5 metri.

- Il sistema dei terrazzi del Pleistocene superiore - "Depositi terrazzati di quote comprese tra 0 e 35 metri – (Tirreniano)".

Ad una quota compresa tra 0 e 35 m s.l.m è stato possibile distinguere una gradinata e depositi terrazzati. Nell'ambito di questo sistema di terrazzi è stato possibile distinguere due superfici principali ad ampia diffusione e sempre o quasi ben caratterizzate: la prima, compresa tra 0 m e 10 m di quota, che riguarda la porzione costiera e la seconda, che, da quota 10-15 m si spinge fino a quota 35 m. Oltre a queste due superfici estremamente ben distinguibili e molto estese sono stati osservati altri terrazzi con deposito o di abrasione che per la loro limitata estensione e/o per il loro poco chiaro sviluppo delle relative scarpate interna ed esterna non hanno permesso una localizzazione puntuale. In affioramento sono costituiti da biocalcareni di colore prevalentemente giallo, di spessore decimetrico, ricche di Gasteropodi (*Strombus bubonius*), Lamellibranchi, Briozoi, etc.

- Sabbie costiere, dune, barre, terre nere e fondi palustri, depositi eluviali e colluviali (Attuale).

Depositi sabbiosi si rinvenivano lungo la costa. Queste spiagge, assai esigue sono caratterizzate da sabbie molto fini con rari accenni di diagenesi.

## 2.3. Caratteristiche morfologiche generali

I terreni di sedime della presente indagine geologica, sono ubicati a Sud rispetto al centro abitato di Castelvetro ad una distanza variabile tra ~ 2 km, dal depuratore comunale e ~10 km dalla linea di costa.

Per linee generali, l'assetto geomorfologico risulta influenzato dal modello tettonico delle strutture geologiche presenti e dalla differente azione degli agenti erosivi sulle diverse litologie. L'area oggetto di indagine è morfologicamente subpianeggiante, in quanto è il risultato dei sollevamenti della piana stessa nel Pleistocene e dell'erosione di fondo dei corsi d'acqua che ha determinato il loro caratteristico andamento meandriforme. In linea generale, i corsi d'acqua presenti nel bacino hanno un orientamento prevalente S-W e N-E e si presentano relativamente sinuosi.

Le opere previste in progetto, si sviluppano da quota 115 m s.l.m. per terminare in corrispondenza della linea di costa a quota 0 m s.l.m. L'aspetto morfologico generale è influenzato dalla debole pendenza verso la costa del litotipo calcarenitico, estesamente affiorante in zona, che degrada con pendenza media del 1 % verso la linea di costa. In particolare il tratto di rete fognante che corre lungo la S.P. n° 81 per circa 8 km, mostra una pendenza del 1%.



**Figura 2 - Affioramento della formazione "Calcarene di Marsala" lungo la S.P. n° 81.**

Abbandonata la S.P. n° 81, per dirigersi verso la località Triscina, le pendenze aumentano raggiungendo valori compresi tra il 5 ed il 10 %, poiché le calcareniti di Marsala, lasciano spazio alla formazione geologica dei terrazzi del Tirreniano. Si tratta di depositi sabbiosi, a granulometria da media a fine, di colore giallo ocra, talvolta cementate a formare le biocalcareni ricche di Gasteropodi (*Strombus bubonius*), Lamellibranchi, Briozoi.



**Figura 3 - Affioramento di biocalcarenite appartenente alla formazione geologica dei terrazzi del Tirreniano.**

Infine, in corrispondenza della linea di costa, affiora il sistema dunale di Triscina. La frazione di Triscina è caratterizzata da una densa urbanizzazione che si estende fino all'arenile, in alcuni casi fino a pochi metri di distanza dalla battigia. In questo tratto di litorale è presente un sistema dunale attivo e mobile. Le strade di accesso agli edifici si dipartono a pettine dall'entroterra verso il mare, in direzione pressoché perpendicolare. Da segnalare che non è presente una strada litoranea antistante l'area urbanizzata. Il sistema dunale si presenta particolarmente frammentato a seguito dello scarico delle acque meteoriche convogliate a mare dalle strade perpendicolari alla costa per l'accesso agli edifici.



**Figura 4 - Affioramento di dune in località Triscina.**

Le deboli pendenze dei terreni e l'assenza di problematiche connesse alla stabilità dei versanti, determina un buon assetto geomorfologico dell'area oggetto di indagine.

Il contesto morfologico, nel quale verranno inserite le opere di progetto è stato ulteriormente investigato, verificando che fossero rispettati i vincoli derivanti dal Piano di Assetto idrogeologico (P.A.I.) adottato dalla Regione Siciliana per "l'area



Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Arena ed il Bacino Idrografico del Fiume Modione (055), Bacino idrografico del Fiume Modione ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Modione ed il Bacino Idrografico del F. Belice (056)". È stato appurato che non sussiste nessuna interferenza tra le opere previste in progetto ed il regime vincolistico dell'area, che di seguito viene specificato:

- Pericolosità, rischio e dissesto di tipo geomorfologico;
- Pericolosità e rischio di tipo idraulico;
- Erosione costiera - Unità fisiografiche n° 12 e 13, da Capo S. Marco a Capo Feto.

In ultimo, l'area, non ricade tra quelle censite dal R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267 (legge forestale) e s.m.i. come "area vincolata per scopi idrogeologici".

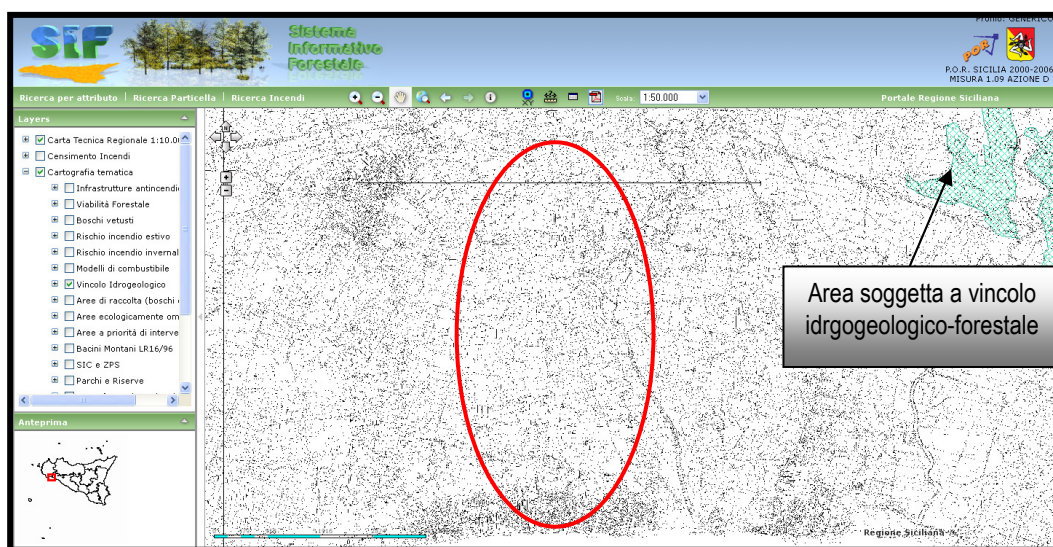


Figura 5 – Stralcio del Sistema Informativo Forestale (S.I.F.), nel poligono rosso l'area oggetto di indagine.

Lo scenario di pericolosità geologica che deriva dall' assenza di area censite dal P.A.I. e dal S.I.F., nell'area oggetto di indagine (cerchio rosso), rende lo scenario di pericolosità geologica verosimilmente molto basso.



## 2.4. Caratteristiche idrogeologiche e idrologiche generali

Dal punto di vista idrogeologico, l'area di progetto è suddivisibile in due macroaree. Quella di Triscina, caratterizzata dalla presenza di un substrato prevalentemente sabbioso, localmente calcarenitico e quella compresa tra la S.P. n° 81 ed il depuratore comunale, laddove la formazione calcarenitica è dominante rispetto a quella sabbiosa.

Dal punto di vista classificativo, le due litologie sono in tal modo suddivisibili:

- La formazione sabbiosa sciolta, si può considerare come litotipo a permeabilità primaria dovuta alla porosità.
- Le calcareniti e/o biocalcareni si possono inquadrare come litotipo a permeabilità secondaria dovuta alla fessurazione. Inoltre, i litotipi calcarenitici, aumentano il loro grado di permeabilità, grazie alla presenza di intercalazioni sabbiose. L'abbondante porzione arenacea, che caratterizza i terreni appena descritti, implica una circolazione idrica apprezzabile.

Tali condizioni litologiche sono alla base per la formazione di un acquifero a falda libera, il cui serbatoio è costituito esclusivamente dal complesso sabbioso-calcarenitico tipico della zona. L'acquifero ha un substrato o letto, formato dai sedimenti terrigeni argillosi e marnosi pliocenici, mentre il limite superiore è di tipo idrodinamico con fluttuazioni libere e ampiezze variabili in funzione delle infiltrazioni efficaci, la presenza di numerose intercalazioni calcarenitiche modifica l'assetto idrodinamico. Il grado di permeabilità è in genere elevato ed il coefficiente di permeabilità (K) è compreso tra  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  m/sec. L'area di Triscina è caratterizzata dalla presenza, in alcune unità abitative di pozzi a sezione aperta. Le informazioni acquisite, durante l'espletamento delle indagini e dei sopralluoghi, denotano la presenza di un livello freaticometrico, impostato sui depositi arenitici, alla profondità variabile tra - 4,50 m e -6,50 m dal p.c..

Sotto il profilo idrologico, tutte le opere di progetto, si trovano all'interno del bacino idrografico del Fiume Modione. Quest'ultimo nasce in prossimità di Monte Finestrelle, nelle vicinanze del comune di Santa Ninfa, e si sviluppa per circa 25 km. Lungo il suo percorso riceve le acque di molti affluenti tra i quali: il Torrente Staglio, il Feudo ed il Torrente Calandra. Il percorso si sviluppa prevalentemente su terreni granulari, con la formazione di rivoli, fossi (Fosso Muretta). Nell'area di progetto il reticolo assume un andamento sub-dendritico, poiché alle basse pendenze dei versanti si associano litologie a permeabilità differente che determinano diverso grado di erosione ad opera delle acque dilavanti.

Per l'analisi delle condizioni termometriche e pluviometriche dell'area di progetto si è fatto riferimento ai dati registrati alla stazione termo-pluviometrica di Castelvetro ricadente all'interno del bacino del F. Modione. Per ciò che attiene le temperature, prendendo in considerazione i dati rilevati nel periodo 1965-1994, il territorio in esame mostra un andamento termico piuttosto regolare, con valori medi sempre inferiori ai 30 °C ed un valore medio annuo complessivo di 18 °C.

Stazione	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Castelvetro	10.3	8.4	13.3	15.8	19.9	24.5	27.3	25.5	23.1	20.1	15.9	12.4	18.0

Per quanto riguarda i dati relativi alla piovosità, sono stati catalogati 86 anni di osservazioni, dal 1919 al 2008, analizzando tali informazioni è possibile trovare conferma sulle caratteristiche pluviometriche della regione, come evidenziato nella tabella sottostante:

Anno	Piuvosità media annuale (mm)	Anno	Piuvosità media annuale (mm)	Anno	Piuvosità media annuale (mm)	Anno	Piuvosità media annuale (mm)
1919	563.50	1942	790.00	1966	615.40	1988	339.60
1920	709.70	1943	768.00	1967	491.80	1989	489.20
1921	638.60	1944	740.00	1968	444.20	1990	474.00
1922	446.60	1945	468.00	1969	1037.80	1991	498.60
1923	895.30	1946	649.00	1970	365.40	1992	437.00
1924	666.10	1948	554.00	1971	454.40	1993	423.80
1925	654.50	1949	300.00	1972	680.80	1994	474.60
1927	606.40	1951	640.50	1973	495.80	1995	389.80
1928	688.00	1952	468.80	1974	602.60	1996	663.00
1929	758.20	1953	691.10	1975	521.20	1997	526.00
1930	608.10	1954	789.30	1976	1104.80	1998	384.80
1931	642.10	1955	666.80	1977	281.00	1999	313.60
1932	513.70	1956	778.10	1978	763.80	2000	364.40
1933	598.50	1957	809.60	1979	584.40	2001	441.80
1934	703.60	1958	880.00	1980	373.20	2003	628.60
1935	675.00	1959	640.20	1981	348.20	2004	1022.20
1936	477.90	1960	649.80	1982	583.20	2005	754.60
1937	460.00	1961	651.40	1983	581.80	2006	650.00
1938	543.40	1962	531.80	1984	366.20	2007	650.60
1939	722.90	1963	668.40	1985	360.60	2008	550.20
1940	724.20	1964	634.60	1986	430.80	Min	281.00
1941	625.80	1965	667.40	1987	386.00	Max	1104.80
						Media	589.64

La piovosità media annuale più bassa, con il valore medio di 281,00 mm è stata registrata nel 1977, quella più alta 1.104,80 mm è stata registrata nel 1976. Il valore medio della piovosità annua, per il periodo di osservazione è pari a 589,64 mm di pioggia.

## 2.5. Caratteristiche tettoniche generali

La Sicilia centro-occidentale è costituita da un frammento di catena caratterizzata da diverse falde tettoniche impilate, derivanti dalla deformazione dei domini paleogeografici Imerese, Trapanese, Sicano e Saccense. Tali domini costituivano, durante il Mesozoico-Paleogene, il margine continentale siciliano e, a partire dal Miocene inferiore e fino al Pleistocene, hanno subito processi di deformazione tettonica di tipo compressivo. In particolare le Unità tettoniche derivanti dai Domini Imeresi e Trapanesi, con le loro coperture postorogene, ricoprono tettonicamente le Unità Saccensi e Sicane, presenti nelle aree centro- meridionali del bacino. In particolare le Unità Trapanesi sono costituite da depositi carbonatici sia di piattaforma che di ambiente pelagico ed i terreni più rappresentativi sono le formazioni del Rosso Ammonitico, della Scaglia e della Lattimusa.

Il territorio studiato nelle sue grandi linee strutturali fa parte di un bacino, già noto nella letteratura geologica come "Fossa di Castelvetro", attivamente subsidente e sviluppato come area d'avanfossa a partire dal Pliocene medio (Catalano & D'Argenio, 1982).

In tale contesto geodinamico è doveroso verificare la presenza di discontinuità strutturali. Per il loro censimento – nell'area oggetto di indagine - si è fatto riferito al DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) dell'INGV.

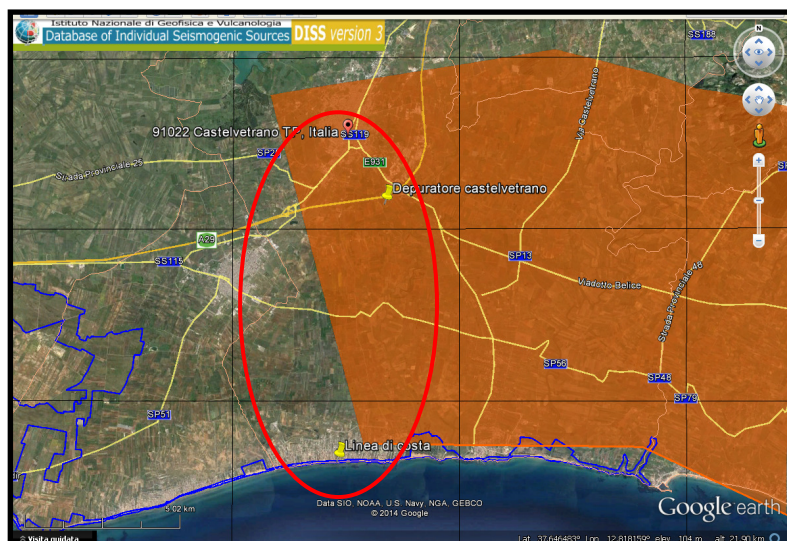


Figura 6 – Stralcio del Database of Individual Seismogenic Sources (D.I.S.S.) dell'INGV, nel poligono rosso l'area oggetto di indagine.

Dal quale si evidenzia, che parte dell'area oggetto di indagine, si trova in corrispondenza della sorgente sismogenetica catalogata dal DISS con la sigla ITCS006 (P. Burrato e P. Vannoli): si tratta della faglia attiva Castelvetro-Gela, con velocità di movimento di 0,1 – 0,5 mm/a. Al fine di comprendere le caratteristiche sismogenetiche della sorgente ITCS006 – faglia attiva Castelvetro – Gela - il DISS riporta che tale struttura sismotettonica è "is composite source belongs to the Apennine-Maghrebide thrust system outcropping along the southern coast of Sicily. This S-verging fold-and-thrust belt developed since early Miocene times in the framework of the ca. N-S directed Africa-Europe plate convergence. The outermost and most recent thrust front of the Maghrebide thrust belt forms a broad south convex arch, running for most of its length off-shore the southern Sicilian coast. It crops out on-shore only in its eastern portion between Gela and Catania. In the on-land sector the recent activity of the thrust front is testified by the deformation of the Plio-Quaternary foredeep deposits and south of the Mt. Etna volcano, of late Pleistocene-Holocene marine and fluvial deposits. This source is located in the hinterland of the outermost front of the Maghrebide thrust belt that runs about 15 km to the south in the off-

shore.

Historical and instrumental catalogues (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006 Guidoboni et al., 2007) show very few events that can be associated to the composite source, being concentrated near the its western termination in the area between Sciacca and Selinunte (Castelvetro). The work of Guidoboni et al. (2002) highlighted the occurrence of two strong historical earthquakes (not contained in the current catalogues) that produced damage and destruction to the temples of Selinunte. These events may have been produced by individual sources contained in this composite source. However, there are no indications as for their magnitude and location of the causative sources. We believe that this sector of the Apennine–Maghrebide thrust system is characterized by infrequent moderate earthquakes generated by blind segments of the thrust system. The strike of this source was taken from the general orientation of mapped tectonic structures (N260°-320°).

Per ciò che attiene alle faglie capaci, ovvero in grado di dislocare la superficie topografica, si è invece fatto riferimento al database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults) che contiene le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia.

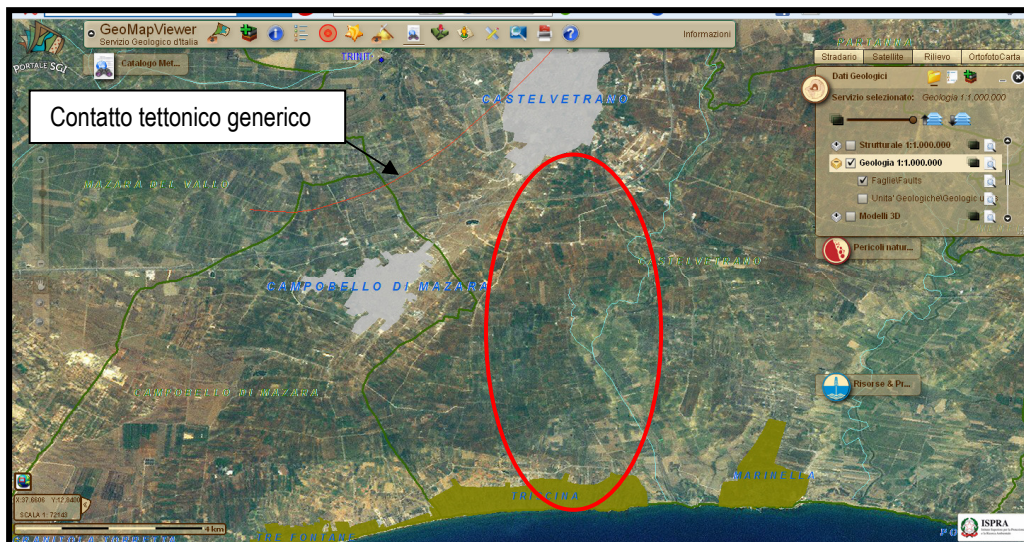


Figura 7 – Stralcio del Database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults), nel poligono rosso l'area oggetto di indagine.

La figura evidenzia come nell'area oggetto di indagine non siano presenti faglie attive in grado di determinare dislocazioni o rigetti di superfici topografiche.

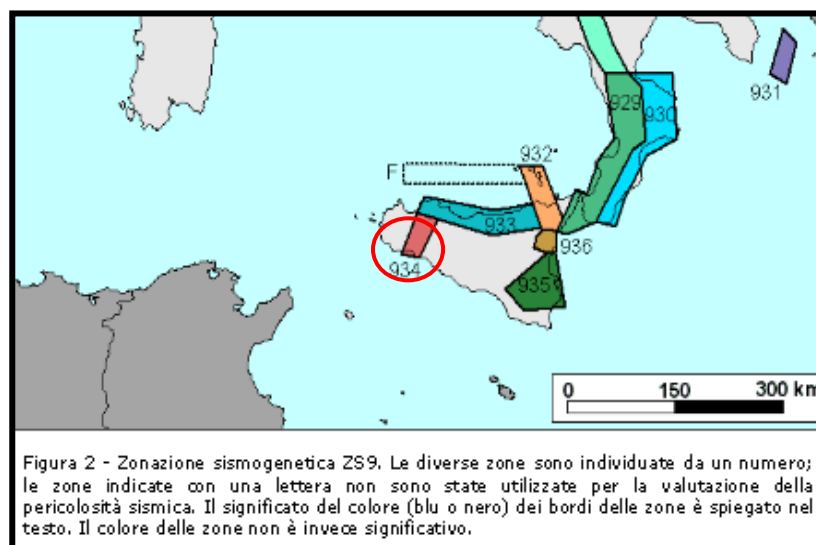
### 3. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per fornire un quadro dettagliato e puntuale sulle caratteristiche sismiche dell'area oggetto di studio, sono stati sviluppati i contenuti dei paragrafi 3.2 e 7.11.3.1 delle N.T.C. - DM 14 Gennaio 2008 e del paragrafo C 3.2 della circolare applicativa 617/2009.

Secondo tali normative - per discriminare le condizioni di pericolosità sismica di un sito, risulta fondamentale introdurre due concetti base: quello di pericolosità sismica di base (PSB) e quello di risposta sismica locale (RSL).

La PSB costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche – di tipo probabilistico - definito in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido (*bedrock affiorante: categoria di suolo A*) con superficie topografica orizzontale ( $T_1$ ), determinata in funzione delle coordinate geografiche del sito di costruzione. Mentre l' "RSL", rappresenta l'azione sismica la quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. Il passaggio da PSB a RSL implica la presenza di fenomeni di amplificazione delle onde sismiche (sempre presenti, eccetto nel caso di categoria di suolo A e superficie topografica orizzontale  $T_1$ ) e, nella fattispecie, verrà trattato tramite il metodo semplificato, così come previsto dalle NTC 2008.

Al fine di fornire un quadro iniziale di conoscenze della PSB, è stato preliminarmente utilizzato lo studio di zonazione sismogenetica ZS9, effettuato da parte del "Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (O.P.C.M. 20.03.03 n. 3274) prodotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia".



**Figura 8 – Stralcio della zonazione sismogenetica ZS9, nel poligono rosso l'area oggetto di indagine.**

Come si evince dalla figura, in Sicilia sono state catalogate n° 6 zone sismogenetiche che vanno dalla n° 932 alla n° 936. Per l'area oggetto di indagine, si può osservare che la stessa ricade in corrispondenza dell'area sismogenetica n° 934. Sulle caratteristiche sismogenetiche di tale area (Belice) non c'è omogeneità di risultati tra gli studi finora effettuati. Secondo gli studi dell'INGV, la zona è caratterizzata da un'unica grande sequenza sismica, quella del gennaio 1968, ma le analisi geologiche svolte non forniscono dati conclusivi in merito alla geometria della sua sorgente (Michetti et al., 1995; Monaco et al., 1996). Infatti le interpretazioni che vedono nel Belice una zona dell'avampaese interessata da movimenti trascorrenti, che originano una struttura "a fiore", si contrappongono a quelle che ipotizzano un "thrust cieco" con direzione E-W e vergenza meridionale.



In termini di normativa sismica, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/2003, aggiornata all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 Aprile 2006, suddivideva il territorio nazionale in 4 zone, numerate da 1 a 4, per grado di sismicità decrescente, il territorio comunale di Castelvetro veniva classificato come zona sismica di 2<sup>a</sup> categoria (medio/alta sismicità), con  $a_g/g$  pari a 0,25, come evidenziato nella tabella sottostante:

Codice Istat	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi dell'O.P.C.M.3274
19081006	Castelvetro	II	III	2

La PSB, sulla base delle coordinate del punto baricentrico - stazione di sollevamento S<sub>2</sub>: Nord 4162211, Est 306289 (UTM 33 Ed50) sarà individuata dai seguenti parametri sismici  $a_g$  (accelerazione massima attesa sul sito di costruzione),  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale),  $T_c^*$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) per i periodi di ritorno  $T_r$  associati a ciascun stato limite, come riportato nella tabella sottostante:

STATO LIMITE	$T_r$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,023	2,411	0,185
SLD	50	0,033	2,351	0,211
SLV	475	0,114	2,369	0,287
SLC	975	0,156	2,409	0,299

Per la definizione della RSL, così come previsto dall'O.P.C.M. 3274, anche le NTC 2008 - DM 14 Gennaio 2008, propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie di suoli (A - B - C - D - E, più altre due speciali: S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>).

A – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di  $VS_{30}$  (velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio) superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B – Depositi di sabbie e ghiaia molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $VS_{30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $NSPT > 50$ , o coesione non drenata  $c_u > 250$  kPa).

C – Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di  $VS_{30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$ ,  $70 < c_u < 250$  kPa).

D – Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di  $VS_{30} < 180$  m/s ( $N_{spt} < 15$ ,  $c_u < 70$  kPa).

E – Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di  $VS_{30}$  simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $VS_{30} > 800$  m/s.

In aggiunta a queste categorie ce ne sono altre per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica:

S<sub>1</sub> – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $IP > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di  $VS_{30} < 100$  m/s ( $10 < c_u < 20$  kPa).

S<sub>2</sub> – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

A tal fine per individuare la risposta sismica locale dei terreni di sedime, è stata utilizzata la metodologia semplificata prevista dalle NTC 2008. La società capo mandataria, Concise Consorzio Stabile Scarl, ha commissionato – alla società GEO3 sas - l'esecuzione di n° 10 indagini di sismica passiva tomografica (Tromino®) e n° 4 indagini sismiche di tipo MASW.

Come si evince dall'allegata "planimetria delle indagini geologiche" sono state investigate, le aree che ospiteranno le stazioni di sollevamento dei reflui ed una parte di condotta che risale, dalla S.P. n° 81, verso il depuratore comunale.

Vengono di seguito riassunte le risultanze principali delle indagini svolte, i dettagli delle prove sono riportate nell'allegato "indagine sismica passiva tomografica" ed "indagine sismica MASW", allegato in calce.

#### **Stazione sollevamento S1 (Prova TR1)**

Il confronto dei picchi H/V a 31.47 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 31.47 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0,95 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=120$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 260 m/sec con spessore indefinito. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 251 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stazione sollevamento S2 (Prova TR2)**

Il confronto dei picchi H/V a 28.13 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 28.13 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 1,05 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=120$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 265 m/sec con spessore indefinito. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 254 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stazione sollevamento S3 (Prova TR3)**

Il confronto dei picchi H/V a 38.12 Hz e 15.10 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale, ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 38.12 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 15.10 Hz. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0,80 metri di profondità, individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=120$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 270 m/sec con spessore pari a 3,65 m. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 357 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stazione sollevamento S4 (Prova TR4)**

Il confronto dei picchi H/V a 31.63 Hz e 14.44 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 31.63 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 14.44 Hz. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità

litologiche presenti a 1,60 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=200\text{ m/sec}$ ) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 280 m/sec con spessore pari a 3,25 m. La terza ed ultima unità sismica, definita dal picco a 14.44 Hz, avente spessore indefinito, ha evidenziato una velocità di propagazione delle onde S pari a 320 m/sec. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 305 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stazione sollevamento S5 (Prova TR5)**

Il confronto dei picchi H/V a 37.28 Hz e 13.91 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 37.28 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 13.91 Hz. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0,90 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=135\text{ m/sec}$ ) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 260 m/sec con spessore pari a 3,80 m. La terza ed ultima unità sismica, definita dal picco a 13.91 Hz, avente spessore indefinito, ha evidenziato una velocità di propagazione delle onde S pari a 350 m/sec. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 321 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stazione sollevamento S6 (Prova TR6)**

Il confronto dei picchi H/V a 37.70 Hz e 15.26 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 37.70 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 15.26 Hz. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0,90 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=150\text{ m/sec}$ ) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 280 m/sec con spessore pari a 3,70 m. La terza ed ultima unità sismica, definita dal picco a 15.26 Hz, avente spessore indefinito, ha evidenziato una velocità di propagazione delle onde S pari a 320 m/sec. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 321 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stazione sollevamento S7 (Prova TR7)**

Il confronto dei picchi H/V a 25.69 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 25.69 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 1,55 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=180\text{ m/sec}$ ) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 310 m/sec con spessore indefinito. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 299 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stazione sollevamento S8 (Prova TR8)**

Il confronto dei picchi H/V a 36.06 Hz (di maggiore ampiezza) con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 36.06 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 1,10 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=165$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 345 m/sec con spessore indefinito. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 332 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stazione sollevamento S9 (Prova TR9)**

Il confronto dei picchi H/V a 40.28 Hz (di maggiore ampiezza) e 20.00 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 40.28 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 20.00 Hz. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0,75 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=120$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 220 m/sec con spessore pari a 2,00 m. La terza ed ultima unità sismica, definita dal picco a 20.00 Hz, avente spessore indefinito, ha evidenziato una velocità di propagazione delle onde S pari a 345 m/sec. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 318 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stazione sollevamento S10 (Prova TR10)**

Il confronto dei picchi H/V a 34.66 Hz (di maggiore ampiezza) con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 34.66 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura, sovrastante il substrato a maggiore consistenza. In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 1,10 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=150$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 300 m/sec con spessore indefinito. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 289 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

Per definire le caratteristiche sismiche e la categoria di suolo di alcune porzioni di terreni che affiorano lungo la S.P. n° 81 fino al depuratore comunale, la ditta GEO3 sas, ha eseguito n° 4 indagini sismiche di tipo MASW, denominate MASW T01, T02, T03 e T04, tutte di lunghezza pari a 72 m, di cui si riportano le risultanze principali:

#### **Stesa sismica MASW T01**

Secondo le informazioni provenienti dalla stesa sismica T01, esiste uno spessore di 7,77 m di sottosuolo di bassa consistenza con  $V_s$  pari a 355,43 m/s. Al di sotto, affiora uno spessore di 22,23 m di media consistenza con  $V_s$  pari a 491,65 m/s. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 447,26 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "B".

#### **Stesa sismica MASW T02**

Secondo le informazioni provenienti dalla stesa sismica T02, esiste uno spessore di 22,91 m di sottosuolo di bassa consistenza con  $V_s$  pari a 337,91 m/s. Al di sotto, affiora uno spessore di 7,09 m di media consistenza con  $V_s$  pari a 451,45 m/s. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 359,26 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "C".

#### **Stesa sismica MASW T03**

Secondo le informazioni provenienti dalla stesa sismica T03, esiste uno spessore di 9,55 m di sottosuolo di bassa consistenza con  $V_s$  pari a 426,35 m/s. Al di sotto, affiora uno spessore di 20,45 m di media consistenza con  $V_s$  pari a 587,22 m/s. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 524,25 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "B".

#### **Stesa sismica MASW T04**

Secondo le informazioni provenienti dalla stesa sismica T04, esiste uno spessore di 1,36 m di sottosuolo di bassa consistenza con  $V_s$  pari a 300,87 m/s. Al di sotto, affiora uno spessore di 2,32 m di media consistenza con  $V_s$  pari a 418,20 m/s. ed infine esiste uno spessore di terreno di 26,32 m di media consistenza con  $V_s$  pari a 580,36 m/s. La velocità  $V_{s30}$  delle onde di taglio nei primi 30 m di suolo è risultata essere pari a 541,33 m/s, per cui il terreno è stato classificato all'interno della categoria di suolo "B".

Per ciò che attiene i secondi effetti – relativi al passaggio da PSB a RSL, i valori della pendenza topografica relativi alle aree nelle quali insisteranno le opere in CCA (stazioni di sollevamento) sono tutti inferiori a 15°. Pertanto per quanto attiene alla **topografia del sito** (Tab. 3.2.IV - DM 14.01.2008), tutti i terreni di sedime sono classificati all'interno della categoria topografica **T<sub>1</sub>** ovvero "pendio con inclinazione media <15°" con coefficiente di amplificazione topografica  $S_t$  pari a 1,00.



#### 4. PIANO DELLE INDAGINI GEOLOGICHE

Il piano particolareggiato delle indagini geologiche ha previsto l'esecuzione delle seguenti attività di indagine geologica:

- n° 10 prove penetrometriche statiche di tipo CPT/CPTU (Norma di riferimento ASTM d 3441-86).
- n° 4 indagini di sismica di tipo M.A.S.W.
- n° 8 indagini di sismica a rifrazione.
- n° 10 indagini di sismica passiva di tipo tomografico HVSr (Tromino®).
- n° 6 prove schiacciamento sulla formazione calcarenitica (biocalcareni) per estrapolare i principali parametri geomeccanici.

Il posizionamento dei punti di indagine (cfr. planimetria particolareggiata delle indagini) è stato scelto in funzione delle esigenze dei progettisti, al fine di caratterizzare sotto l'aspetto del comportamento geomeccanico, i terreni di sedime delle strutture in CCA previste in progetto (stazioni di sollevamento).

L'indagine penetrometrica è stata realizzata con penetrometro modello Pagani TG 63/200. La prova CPT, di tipo meccanico, consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v = 2 \text{ cm/s} \pm 0,5 \text{ cm/s}$ ). La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta. Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica. La punta conica è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale punta/manicotto tipo "Begemann". Per la prova CPTU, i dati di inserimento oltre alla misura dell'attrito laterale punta/manicotto, sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua).

Per fornire un quadro più dettagliato dell'assetto stratigrafico e geotecnico dei terreni di sedime, sono state eseguite delle traverse sismiche, con metodologia "a rifrazione" con lo scopo precipuo di interpolare i dati, tra due o più punti di indagine ed avere un ventaglio di informazioni geologiche il più esteso possibile. Infine le indagini sismiche MASW e le indagini di sismica passiva di tipo tomografico hanno consentito di definire le categorie di suolo dei terreni di sedime oltre che ha fornire i dati utili relativi al passaggio da PSB a RSL.

Infine le prove di schiacciamento condotte, da parte del laboratorio *Metro srl*, autorizzato con D.M. 55633 del 21/03/2007 e succ., ai sensi del D.P.R. 380/01, art. 59 e della circolare 7618/10, sulle formazioni litoidi (biocalcareni) hanno consentito di definire i principali parametri (peso dell'unità di volume e resistenza a rottura).

## 5. CARATTERI GEOTECNICI DEI TERRENI DI SEDIME

Al fine di determinare la stratigrafia ed i parametri geomeccanici dei terreni di sedime, sono state utilizzate le informazioni provenienti dall'esecuzione di n° 10 prove CPT/CPTU realizzate da parte della ditta Geo3 sas, dotata di "concessione Ministeriale Decreto n° 9649 del 18.10.2011 ai sensi dell'art. 59 D.P.R. n° 380/11-Circolare Ministeriale n° 7619/STC Settore C". Le prove sono state ubicate in corrispondenza dei punti di ubicazioni delle stazioni di sollevamento ovvero in area che ospiteranno le principali opere in CCA. Le informazioni stratigrafiche dell'indagine geognostica diretta, sono state correlate con quelle provenienti dall'espletamento di una campagna di indagine di sismica a rifrazione che ha consentito agli scriventi di interpolare i dati puntuali derivanti dall'indagine penetrometrica.

In riferimento ai dati geognostici acquisiti nell'espletamento delle suddette indagini geologiche e delle risultanze di laboratorio è possibile riassumere quanto segue: i terreni di sedime, affioranti in corrispondenze delle stazioni di sollevamento sono rappresentati prevalentemente da sabbie sciolte più o meno addensate e scarsamente cementate - che localmente poggiano sulle calcareniti. Negli orizzonti litotecnici rappresentati dalle sabbie sciolte, le cui caratteristiche geotecniche migliorano all'aumentare della profondità, localmente le indagini geologiche dirette, evidenziano l'intercalazione di livelli ghiaiosi consistenti.

In particolar modo è stato possibile, tra i valori ricavati dalle prove geologiche dirette, sono stati utilizzati quelli ritenuti più realistici, scartando quelli ritenuti anomali o comunque poco significativi. Per tutte le stazioni di sollevamento, ai fini della risposta sismica locale è necessario considerare una "categoria topografica T<sub>1</sub>" ed una "categoria di suolo C".

### Stazione sollevamento S<sub>1</sub>

- Densità relativa ( $D_r$ ): 32%.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 21°
- Modulo di Young: 19 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 38 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,60.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,8 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

### Stazione sollevamento S<sub>2</sub>

- Densità relativa ( $D_r$ ): 32 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 31°.
- Modulo di Young: 66 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 130 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,5.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,8 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,1 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

### Stazione sollevamento S<sub>3</sub>

- Densità relativa ( $D_r$ ): 30 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ):  $33^\circ$ .
- Modulo di Young: 78 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 140 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,38.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,0 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>4</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 28 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ):  $35^\circ$ .
- Modulo di Young: 84 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 165 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,40.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>5</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 42 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ):  $35^\circ$ .
- Modulo di Young: 82 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 161 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,66.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>6</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 40 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ):  $36^\circ$ .
- Modulo di Young: 87 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 171 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,57.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>7</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 75 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ):  $35^\circ$ .
- Modulo di Young: 83 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 162 kg/cm<sup>2</sup>.

- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,80.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>8</sub>**

- Densità relativa ( $Dr$ ): 16 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ): 37°.
- Modulo di Young: 92 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $Ed$ ): 182 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,38.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>9</sub>**

- Densità relativa ( $Dr$ ): 39 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ): 36°.
- Modulo di Young: 86 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $Ed$ ): 170 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,58.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>10</sub>**

- Densità relativa ( $Dr$ ): 50 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ): 35°.
- Modulo di Young: 85 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $Ed$ ): 167 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,75.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

Infine i parametri geomeccanici della formazione geologica delle calcareniti/biocalcareniti sono stati ricavati attraverso n° 6 prove di laboratorio, autorizzato ai sensi della vigente normativa, che si riportano nella sottostante tabella:

Campione	Peso dell'unità di volume (kg/mc)	Resistenza a rottura (N/mm <sup>2</sup> )
CR1	1629	3,9
CR2	1494	3,0
CR3	1907	12,4
CR4	1628	5,3
CR5	2334	38,5
CR6	1952	15,8

Un approfondimento particolare, merita l'argomento degli scavi che saranno condotti per la posa della tubazione del sistema fognario per le acque nere. Gli scavi che saranno realizzati in corrispondenza della frazione di Triscina

interessaranno prevalentemente terreni granulari, rappresentati dalle sabbie sciolte, più o meno addensate ed in subordine da calcareniti, mentre quelli che insisteranno sulla S.P. n° 81 interessaranno sia terreni sciolti (prevalentemente sabbiosi) sia terreni compatti (biocalcareniti). Per motivi cautelativi, quando lo scavo intercetterà terreni sciolti e/o poco compatti, sarà opportuno prevedere, in ordine alla sicurezza dei lavoratori che opereranno all'interno dello stesso, opere di sostegno a protezione dei fronti di scavo per tutti quei tratti in cui la profondità superi il valore di 1,30 m circa.



## 6. MODELLO GEOLOGICO DEFINITIVO

Gli scriventi Rizzo Geol. Massimiliano Maria e Miragliotta Geol. Franco, rispettivamente n° 2322 e n° 919, Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, nel contesto del progetto per la realizzazione del "SISTEMA FOGNARIO PER ACQUE NERE A SERVIZIO DELLA FRAZIONE DI TRISCINA E COLLEGAMENTO AL DEPURATORE COMUNALE IN VIA ERRANTE VECCHIA", nel comune di Castelvetro (TP), hanno redatto la presente relazione geologica a supporto del progetto definitivo.

Il lavoro è stato eseguito in conformità con le indicazioni previste dalle normative vigenti in materia, in particolar modo con quanto previsto dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni, NTC 2008 D.M. 14 Gennaio 2008 e s.m.i.

Il terreno oggetto di indagine, ricade nei fogli N° 265, I Quadrante, Orientamento S.O. e N.O. della carta d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano e nelle sezioni n° 618100, 618140 e 627020 della Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione Siciliana – Assessorato del Territorio e dell'Ambiente. Le coordinate più estreme sono rispettivamente: a Nord (area depuratore) lat. 37.655882° e lon. 12.804981° mentre a Sud (linea di costa) lat. 37.581112° e lon. 12.787501° (fonte: Google Earth™ – Coordinate: geografiche - Datum: wgs 84).

I terreni di sedime della presente indagine geologica, sono ubicati a Sud rispetto al centro abitato di Castelvetro ad una distanza variabile tra ~ 2 km, dal depuratore comunale e ~10 km dalla linea di costa.

Le opere previste in progetto, si sviluppano da quota 115 m s.l.m. per terminare in corrispondenza della linea di costa a quota 0 m s.l.m. L'aspetto morfologico generale è influenzato dalla debole pendenza verso la costa del litotipo calcarenitico, estesamente affiorante in zona, che degrada con pendenza media del 1 % verso la linea di costa. In particolare il tratto di rete fognante che corre lungo la S.P. n° 81 per circa 8 km, mostra una pendenza del 1%. Abbandonata la S.P. n° 81, per dirigersi verso la località Triscina, le pendenze aumentano raggiungendo valori compresi tra il 5 ed il 10 %, poiché le calcareniti di Marsala, lasciano spazio alla formazione geologica dei terrazzi del Tirreniano. Si tratta di depositi sabbiosi, a granulometria da media a fine, di colore giallo ocra, localmente cementate a formare le biocalcareni ricche di Gasteropodi (*Strombus bubonius*), Lamellibranchi, Briozoi. Infine, in corrispondenza della linea di costa, affiora il sistema dunale di Triscina. La frazione di Triscina è caratterizzata da una densa urbanizzazione che si estende fino all'arenile, in alcuni casi fino a pochi metri di distanza dalla battigia. In questo tratto di litorale è presente un sistema dunale attivo e mobile. Le strade di accesso agli edifici si dipartono a pettine dall'entroterra verso il mare in direzione pressoché perpendicolare. Da segnalare che non è presente una strada litoranea antistante l'area urbanizzata. Le deboli pendenze dei terreni e l'assenza di problematiche connesse alla stabilità dei versanti, determina un buon assetto geomorfologico dell'area oggetto di indagine.

Il contesto morfologico, nel quale verranno inserite le opere di progetto è stato ulteriormente investigato, verificando che fossero rispettati i vincoli derivanti dal Piano di Assetto idrogeologico (P.A.I.) adottato dalla Regione Siciliana per "l'area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Arena ed il Bacino Idrografico del Fiume Modione (055), Bacino idrografico del Fiume Modione ed Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Modione ed il Bacino Idrografico del F. Belice (056)". È stato appurato, che non sussiste nessuna interferenza tra le opere previste in progetto ed il regime vincolistico dell'area, che di seguito viene specificato:

- Pericolosità, rischio e dissesto di tipo geomorfologico;
- Pericolosità e rischio di tipo idraulico;
- Erosione costiera - Unità fisiografiche n° 12 e 13, da Capo S. Marco a Capo Feto.

In ultimo, l'area di progetto, non ricade tra quelle censite dal R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267 (legge forestale) e s.m.i. come "area vincolata per scopi idrogeologici".

Lo scenario di pericolosità geologica che deriva dall' assenza di area censite dal P.A.I. e dal S.I.F., nell'area oggetto di indagine, rende lo scenario di pericolosità geologica verosimilmente molto basso.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area di progetto è suddivisibile in due macroaree. Quella di Triscina, caratterizzata dalla presenza di un substrato prevalentemente sabbioso, localmente calcarenitico e quella compresa tra la S.P. n° 81 ed il depuratore comunale, laddove la formazione calcarenitica è dominante rispetto a quella sabbiosa.

Dal punto di vista classificativo, le due litologie sono in tal modo suddivisibili:

- La formazione sabbiosa sciolta, si può considerare come litotipo a permeabilità primaria dovuta alla porosità.
- Le calcareniti e/o biocalcareni si possono inquadrare come litotipo a permeabilità secondaria dovuta alla fessurazione. Inoltre, i litotipi calcarenitici, aumentano il loro grado di permeabilità, grazie alla presenza di intercalazioni sabbiose. L'abbondante porzione arenacea, che caratterizza i terreni appena descritti, implica una circolazione idrica apprezzabile. Tali condizioni litologiche sono alla base per la formazione di un acquifero a falda libera, il cui serbatoio è costituito esclusivamente dal complesso sabbioso-calcarenitico tipico della zona. L'acquifero ha un substrato o letto, formato dai sedimenti terrigeni argillosi e marnosi pliocenici, mentre il limite superiore è di tipo idrodinamico con fluttuazioni libere e ampiezze variabili in funzione delle infiltrazioni efficaci, la presenza di numerose intercalazioni calcarenitiche modifica l'assetto idrodinamico. Il grado di permeabilità è in genere elevato ed il coefficiente di permeabilità (K) è compreso tra  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  m/sec. L'area di Triscina è caratterizzata dalla presenza, in alcune unità abitative di pozzi a sezione aperta. Le informazioni acquisite, durante l'espletamento delle indagini e dei sopralluoghi, denotano la presenza di un livello freatico impostato sui depositi arenitici alla profondità variabile tra - 4,50 m e -6,50 m dal p.c..

Sotto il profilo idrologico, tutte le opere di progetto, si trovano all'interno del bacino idrografico del Fiume Modione. In tale ambito, il reticolo assume un andamento sub-dendritico, poiché alle basse pendenze dei versanti si associano litologie a permeabilità differente che determinano diverso grado di erosione ad opera delle acque dilavanti.

Il territorio, in cui ricadono le opere di progetto, nelle sue grandi linee strutturali ricade all'interno di un bacino, già noto nella letteratura geologica come "Fossa di Castelvetro", attivamente subsidente e sviluppato come area d'avanfossa a partire dal Pliocene medio (Catalano & D'Argenio, 1982). In tale contesto geodinamico è doveroso verificare la presenza di discontinuità strutturali. Per il loro censimento – nell'area oggetto di indagine - si è fatto riferimento al DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) dell'INGV, grazie al quale si evidenzia, che parte dell'area oggetto di indagine, si trova in corrispondenza della sorgente sismogenetica catalogata dal DISS con la sigla ITCS006 (P. Burrato e P. Vannoli): si tratta della faglia attiva Castelvetro-Gela, con velocità di movimento di 0,1 – 0,5 mm/a. Per ciò che attiene alla presenza di faglie capaci, ovvero in grado di dislocare la superficie topografica, si è invece fatto riferimento al database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults) che contiene le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, il presente studio ha evidenziato che nell'area oggetto di indagine non sono presenti faglie attive in grado di determinare dislocazioni o rigetti di superfici topografiche.

Per fornire un quadro dettagliato e puntuale sulle caratteristiche sismiche dell'area oggetto di studio, sono stati sviluppati i contenuti dei paragrafi 3.2 e 7.11.3.1 delle N.T.C. - DM 14 Gennaio 2008 e del paragrafo C 3.2 della circolare applicativa 617/2009. Secondo tali normative - per discriminare le condizioni di pericolosità sismica di un sito, risulta fondamentale introdurre due concetti base: quello di pericolosità sismica di base (PSB) e quello di risposta sismica locale (RSL).

La PSB, sulla base delle coordinate del punto baricentrico - stazione di sollevamento S<sub>2</sub>: Nord 4162211, Est 306289 (UTM 33 Ed50) sarà individuata dai seguenti parametri sismici  $a_g$  (accelerazione massima attesa sul sito di costruzione),

$F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale),  $T_c^*$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) per i periodi di ritorno  $T_r$  associati a ciascun stato limite, come riportato nella tabella sottostante:

STATO LIMITE	$T_r$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,023	2,411	0,185
SLD	50	0,033	2,351	0,211
SLV	475	0,114	2,369	0,287
SLC	975	0,156	2,409	0,299

Per la definizione della RSL, così come previsto dall'O.P.C.M. 3274, anche le NTC 2008 - DM 14 Gennaio 2008, propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie di suoli (A - B - C - D - E, più altre due speciali:  $S_1$  e  $S_2$ ). A tal fine per caratterizzare la risposta sismica locale dei terreni di sedime, è stata utilizzata la metodologia semplificata prevista dalle NTC 2008, mediante l'esecuzione di n° 10 indagini di sismica passiva tromografica HVSR (Tromino®) e n° 4 indagini sismiche di tipo MASW.

Come si evince dall'allegata "planimetria delle indagini geologiche" sono state investigate, le aree che ospiteranno le stazioni di sollevamento dei reflui ed una parte di condotta che risale, dalla S.P. n° 81, verso il depuratore comunale.

Riassumendo, per tutte le stazioni di sollevamento che ricadono in corrispondenza dell'abitato di Triscina, ai fini della risposta sismica locale, le indagini di sismica passiva di tipo tromografico, indicano una "categoria di suolo di tipo C" a fronte di una "categoria topografica di tipo  $T_1$ " mentre le indagini di sismica di tipo MASW, realizzate in corrispondenza della S.P. n° 81, individuano una categoria di suolo prevalentemente di "tipo B" ed in minor misura, di "tipo C", a fronte di una categoria topografica uniforme di tipo  $T_1$ .

Al fine di caratterizzare sotto il profilo stratigrafico, geomeccanico e sismico i terreni di sedime che ospiteranno le opere di progetto sono state eseguite le seguenti indagini geologiche di tipo diretto ed indiretto:

- n° 10 prove penetrometriche statiche di tipo CPT/CPTU (Norma di riferimento ASTM d 3441-86).
- n° 4 indagini di sismica di tipo M.A.S.W.
- n° 8 indagini di sismica a rifrazione.
- n° 10 indagini di sismica passiva di tipo tromografico (Tromino®).
- n° 6 prove schiacciamento sulla formazione calcarenitica (biocalcareni) per estrapolare i principali parametri geomeccanici.

Il posizionamento dei punti di indagine (cfr. planimetria delle indagini geologiche) è stato scelto in funzione delle esigenze dei progettisti, al fine di caratterizzare sotto l'aspetto del comportamento geomeccanico, i terreni di sedime delle strutture in CCA previste in progetto (stazioni di sollevamento).

Tutte le indagini geologiche sono state realizzate da parte di ditte dotate di autorizzazione ministeriale:

- Geo3 sas, dotata di "concessione Ministeriale Decreto n° 9649 del 18.10.2011 ai sensi dell'art. 59 D.P.R. n° 380/11-Circolare Ministeriale n° 7619/STC-Settore C.
- Metro srl autorizzato con D.M. 55633 del 21/03/2007 e succ. ai sensi del D.P.R. 380/01 art. 59 e della circolare 7618/10.

In riferimento ai dati geognostici acquisiti nell'espletamento delle suddette indagini geologiche e delle risultanze di laboratorio è possibile riassumere quanto segue: i terreni di sedime, affioranti in corrispondenze delle stazioni di sollevamento sono rappresentati prevalentemente da sabbie sciolte più o meno addensate e scarsamente cementate - che localmente poggiano sulle calcareniti. Negli orizzonti litotecnici rappresentati dalle sabbie sciolte, le cui caratteristiche

geotecniche migliorano all'aumentare della profondità, localmente le indagini geologiche dirette, evidenziano l'intercalazione di livelli ghiaiosi consistenti.

In particolar modo è stato possibile, tra i valori ricavati dalle prove geologiche dirette, sono stati utilizzati quelli ritenuti più realistici, scartando quelli ritenuti anomali o comunque poco significativi. Per tutte le stazioni di sollevamento, ai fini della risposta sismica locale è necessario considerare una "categoria topografica T<sub>1</sub>" ed una "categoria di suolo C".

#### **Stazione sollevamento S<sub>1</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 32%.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 21°
- Modulo di Young: 19 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 38 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,60.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,8 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>2</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 32 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 31°.
- Modulo di Young: 66 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 130 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,5.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,8 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,1 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>3</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 30 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 33°.
- Modulo di Young: 78 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 140 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,38.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,0 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>4</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 28 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 35°.
- Modulo di Young: 84 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 165 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,40.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.

- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>5</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 42 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 35°.
- Modulo di Young: 82 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 161 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,66.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>6</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 40 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 36°.
- Modulo di Young: 87 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 171 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,57.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>7</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 75 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 35°.
- Modulo di Young: 83 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 162 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,80.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

#### **Stazione sollevamento S<sub>8</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 16 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 37°.
- Modulo di Young: 92 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 182 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,38.
- Peso unità volume ( $Y$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $Y_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

### **Stazione sollevamento S<sub>9</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 39 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 36°.
- Modulo di Young: 86 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 170 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,58.
- Peso unità volume ( $\gamma$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $\gamma_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

### **Stazione sollevamento S<sub>10</sub>**

- Densità relativa ( $D_r$ ): 50 %.
- Angolo di resistenza al taglio ( $\Phi$ ): 35°.
- Modulo di Young: 85 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo edometrico( $E_d$ ): 167 kg/cm<sup>2</sup>.
- Modulo di reazione  $K_0$ : 0,75.
- Peso unità volume ( $\gamma$ ): 1,9 t/m<sup>3</sup>.
- Peso unità volume saturo ( $\gamma_{sat}$ ): 2,2 t/m<sup>3</sup>.
- Coesione ( $c$ ) : 0 – 0,05 kg/cm<sup>2</sup>

Un approfondimento particolare, merita l'argomento degli scavi che saranno condotti per la posa della tubazione del sistema fognario per le acque nere. Gli scavi che saranno realizzati in corrispondenza della frazione di Triscina interesseranno prevalentemente terreni granulari, rappresentati dalle sabbie sciolte, più o meno addensate ed in subordine da calcareniti, mentre quelli che insisteranno sulla S.P. n° 81 interesseranno sia terreni sciolti (prevalentemente sabbiosi) sia terreni compatti (biocalcareni). Per motivi cautelativi, quando lo scavo intercetterà terreni sciolti e/o poco compatti, sarà opportuno prevedere, in ordine alla sicurezza dei lavoratori che opereranno all'interno dello stesso, opere di sostegno a protezione dei fronti di scavo per tutti quei tratti in cui la profondità superi il valore di 1,30 m circa.

In base a quanto sopra esposto e sulla scorta delle risultanze tratte dai sopralluoghi effettuati e dalle indagini geologiche eseguite, si può concludere affermando che le opere sono compatibili con le caratteristiche geotecniche dei terreni di sedime e pertanto fattibili con le opportune tecniche di esecuzione delle opere, realizzate a regola d'arte, pur tuttavia si ricorda che i risultati della presente indagine costituiscono un modello di sintesi e schema della realtà geologica, geomorfologica e geotecnica del sito, applicati al progetto interessato. Sarà compito del progettista trasformare in schema di calcolo le informazioni di carattere puntuale ricavate attraverso l'esecuzione delle indagini geologiche dirette ed indirette.

I geologi



Dott. Geol. Massimiliano Maria Rizzo

*Massimiliano Maria Rizzo*

Dott. Geol. Franco Miragliotta





## 7. ALLEGATI

### 7.1. Certificati del laboratorio geotecnico

Rif. verbale di accettazione: G/0277 del 03/07/2014

Certificato n. 1820

Direttore Lavori: Dott. Geol. Massimiliano Maria Rizzo

Lavoro: Procedura aperta per l'affidamento dell'incarico dei servizi professionali di progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva dello studio geologico, del coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, della direzione e contabilità dei lavori relativi alla realizzazione della rete fognaria di Triscina e collettamento all'impianto di depurazione di Via Errante Vecchia nel Comune di Castelvetro

Data di esecuzione delle prove 04/07/2014

Ubicazione prelievo Loc. Triscina di Selinunte - Castelvetro

Profondità 0,20 ÷ 0,50 m

### Risultati delle prove di rottura

Campione	Peso dell'unità di volume $\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Resistenza a rottura [N/mm <sup>2</sup> ]	Descrizione
CR1	1629	3,9	Roccia giallo brunastra particellare costituita da componenti allochimici ed ortochimici: frammenti di gusci di molluschi e particelle costituite da precipitato di CaCO <sub>3</sub> (carbonato di calcio). I componenti sono in prevalenza al di sotto dei 2 mm; la roccia è una biocalcarenite. Struttura pianparallela, tessitura granosostenuta con discreta presenza di cemento e scarsa presenza di matrice. La frattura è terrosa. Sono presenti ossidi di ferro che localmente conferiscono una colorazione marrone rossastra.
CR2	1494	3,0	Roccia giallo brunastra particellare costituita da componenti allochimici ed ortochimici: frammenti di gusci di molluschi e particelle costituite da precipitato di CaCO <sub>3</sub> (carbonato di calcio). I componenti sono in prevalenza al di sotto dei 2 mm; la roccia è una biocalcarenite. Struttura pianparallela, tessitura granosostenuta con discreta presenza di cemento e scarsa presenza di matrice. La frattura è terrosa. Sono probabilmente presenti degli ossidi di ferro che conferiscono la colorazione marrone rossastra.
CR3	1907	12,4	Roccia gialla particellare costituita da componenti allochimici ed ortochimici: frammenti di gusci di molluschi e particelle costituite da precipitato di CaCO <sub>3</sub> (carbonato di calcio). I componenti sono in prevalenza di dimensioni al di sotto dei 2 mm; la roccia è una biocalcarenite. Tessitura granosostenuta con struttura caotica, discreta presenza di cemento e scarsa presenza di matrice. La frattura è terrosa. Sono presenti impronte esterne di molluschi.

Campione	Peso dell'unità di volume $\gamma$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Resistenza a rottura [N/mm <sup>2</sup> ]	Descrizione
CR4	1628	5,3	Roccia gialla costituita da componenti allochimici: frammenti di gusci di molluschi di dimensioni da qualche decimo di millimetro a centimetriche. Il campione è una roccia particellare tipo biocalcarenite. Struttura caotica, tessitura granosostenuta con presenza di cemento e scarsa presenza di matrice. Il tipo di frattura è terrosa. Sono presenti alcune impronte esterne di molluschi con dimensioni anche superiori ai 5 cm.
CR5	2334	38,5	Roccia gialla particellare costituita da componenti allochimici ed ortochimici: frammenti di gusci di molluschi e particelle costituite da precipitato di carbonato di calcio. I componenti sono in prevalenza di dimensioni al di sotto dei 2 mm; la roccia è una biocalcarenite con struttura caotica. Tessitura granosostenuta, con elevata presenza di cemento e scarsa presenza di matrice. La frattura è terrosa. Sono presenti ossidi di ferro che localmente conferiscono una colorazione marrone rossastra ed impronte esterne di molluschi.
CR6	1952	15,8	Roccia gialla particellare costituita da componenti allochimici ed ortochimici: frammenti di gusci di molluschi e particelle costituite da precipitato di CaCO <sub>3</sub> (carbonato di calcio). I componenti sono in prevalenza di dimensioni al di sotto dei 2 mm; la roccia è una biocalcarenite. Tessitura granosostenuta con struttura caotica, discreta presenza di cemento e scarsa presenza di matrice. La frattura è terrosa. Sono presenti impronte esterne di molluschi.

Palermo, 4 luglio 2014

Lo Sperimentatore  
 Salvatore Febo

Il Direttore del laboratorio  
 Ing. Vincenzo Canzoneri

## 7.2. Certificati prove penetrometriche statiche CPT e CPTU





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni



Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

## OGGETTO DEI LAVORI

*“ PROCEDURA APERTA PER L’AFFIDAMENTO DELL’INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA “REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL’IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA”, NEL COMUNE DI CASTELVETRANO ”*

## COMMITTENTE

CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

## PROVA PENETROMETRICA STATICA

Norma di riferimento ASTM d 3441-86

  
Il tecnico  
Dott. Geol. Antonio Mendolia

  
Il tecnico  
Dott. Geol. Antonino Ardagna

## PROVA PENETROMETRICA STATICA

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Cantiere:** “ PROCEDURA APERTA PER L’AFFIDAMENTO DELL’INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA “REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL’IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA”, NEL COMUNE DI CASTELVETRANO.”

**Tecnico esecutore:** Dott. Geol. Antonino Ardagna - Dott. Geol. Antonio Mendolia

### Caratteristiche Strumentali Pagani TG 63/200

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	2
Costante di trasformazione Ct	10

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE  
(CONE PENETRATION TEST/CPTU)  
**CPT/CPTU**





## PROVE CPT : METODOLOGIA DELL' INDAGINE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v = 2 \text{ cm / sec} \pm 0,5 \text{ cm / sec}$ ).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "**Begemann**".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica	$\varnothing$	= 35,7 mm
- area di punta	$A_p$	= 10 cm <sup>2</sup>
- angolo di apertura del cono	$\alpha$	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	$A_m$	= 150 cm <sup>2</sup>

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

## REGISTRAZIONE DATI.

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm<sup>2</sup>) durante l'infissione sono le seguenti:



- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta
- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
- Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

## METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo “**STATIC PROBING**” della GeoStru. Le resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** (Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$A_p$  = l'area punta (base del cono punta tipo “Begemann” ) =  $10 \text{ cm}^2$

$A_m$  = area del manicotto di frizione =  $150 \text{ cm}^2$

$C_t$  = costante di trasformazione = 10

Il programma Static Probing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %- ).

I valori sono calcolati con queste formule:



$$Q_c (RP) = (LP \times Ct) / 10 \text{ cm}^2.$$

**Resistenza alla punta**

$$Q_l (RL) (fs) = [(LT - LP) \times Ct] / 150 \text{ cm}^2.$$

**Resistenza laterale**

$Q_c (RP)$  = Lettura alla punta  $LP$  x Costante di Trasformazione  $Ct$  / Superficie Punta  $Ap$

$Q_l (RL) (fs)$  = Lettura laterale  $LT$ - Lettura alla punta  $LP$  x Costante di Trasformazione  $Ct$  /  $A_m$  area del manicotto di frizione

N.B.

-  $Ap = 10 \text{ cm}^2$  e  $A_m = 150 \text{ cm}^2$

- la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

### VALUTAZIONI STATISTICHE

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Static Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

**Medio** Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Media minima** Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Massimo** Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Minimo** Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Media + s** Media + scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Media - s** Media - scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

### CORRELAZIONI

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

### INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE ( Autori di riferimento)

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 ( consigliato per CPTE)
- A.G.I. 1977 ( consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 ( consigliato per CPTE)
- Begemann 1965 ( consigliato per CPT)

### Suddivisione delle metodologia di indagine con i Penetrometri statici



CPT (Cone Penetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTE (Cone Penetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA (CPTU) generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche < 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere  $U_1 - U_2 - U_3$  cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cmq) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi :

**Area punta del cono** (area esterna punta)

**Area interna punta del cono** (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto).  
Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).

**Il Passo del penetrometro** (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale  $f_s$  con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del  $I_c$  (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).

## CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la  $Q_c$  media, la  $f_s$  media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.



L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

## **TERRENI INCOERENTI**

### **Angolo di Attrito**

Angolo di Attrito (Durgunoglu-Mitchell 1973-1975) – per sabbie N.C. e S.C. non cementate

Angolo di Attrito (Meyerhof 1951) – per sabbie N.C. e S.C.

Angolo di Attrito Herminier

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Koppejan) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Robertson & Campanella 1983) - per sabbie non cementare quarzose

Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

### **Densità relativa (%)**

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

Densità Relativa (Schmertmann)

Densità Relativa (Harman 1976)

Densità Relativa (Lancellotta 1983)

Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)

Densità Relativa (Larsson 1995) - per sabbie omogenee non gradate

### **Modulo di Young**

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978)  $E_y(25)$  –  $E_y(50)$  - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione

Modulo di Young secante drenato (Robertson & Campanella 1983)  $E_y(25)$  –  $E_y(50)$ - per sabbie NC quarzose

Modulo di Young (ISOPT-1 1988)  $E_y(50)$  - per sabbie OC sovraconsolidate e SC

### **Modulo Edometrico**

Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann

Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC

Modulo Edometrico (Kulhawy-Mayne 1990)

Modulo Edometrico (Mitchell & Gardner 1975) – valido per sabbie

Modulo Edometrico (Buisman - Sanglerat) – valido per sabbie argillose

### **Peso di Volume Gamma**

Peso di Volume Gamma (Meyerhof) -

Peso di Volume Gamma saturo (Meyerhof) -

### **Modulo di deformazione di taglio**

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per **sabbie** e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

### **Potenziale di Liquefazione**

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti (Metodo di Robertson e Wride 1997 – C.N.R. – GNDT) – coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat. – N.B. la liquefazione è assente per  $F_s \geq 1,25$ , possibile per  $F_s = 1,0-1,25$  e molto probabile per  $F_s < 1$

### **Fattori di compressibilità**

Ramo di carico C ( autori vari)



---

**Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni**

---

Ramo di carico medio  $C_{rm}$  (autori vari)

**OCR** - Grado di Sovraconsolidazione

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (Ladd e Foot - Ladd ed altri 1977)

**MODULO DI REAZIONE  $K_o$**  (Kulhawy Maine, 1990).

CORRELAZIONE NSPT

Meardi – Meigh 1972

Meyerhof

## **TERRENI COESIVI**

### ***Coesione Non Drenata***

Coesione non drenata (Lunne & Eide)

Coesione non drenata (Rolf Larsson SGI 1995) - suoli fini granulari

Coesione non drenata (Baligh ed altri 1976-1980) in tale elaborazione occorre inserire il valore di  $N_k$  (generalmente variabile da 11 a 25)

Coesione non drenata (Marsland 1974-Marsland e Powell 1979)

Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)

Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)

Coesione non drenata (Kjekstad. 1978 )

Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)

Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)

Coesione non drenata (Begemann)

Coesione non drenata (De Beer) - valida per debole coesione.

### ***Indice Di Compressione $C$***

Indice di Compressione Vergine  $C_c$  (Schmertmann)

Indice di Compressione Vergine  $C_c$  (Schmertmann 1978)

Fattore di compressibilità ramo di carico  $C$  (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Fattore di compressibilità medio ramo di carico  $C_{rm}$  (Piacentini-Righi Inacos 1978).

### ***Modulo Edometrico-Confinato***

Mitchell - Gardnerr (1975)  $M_o$  (Eed) (Kg/cmq) per limi e argille.

Metodo generale del modulo edometrico.

Buisman correlazione valida per limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici ( $W$  90-130)

Buisman e Sanglerat valida per litotipi argille compatte

Valore medio degli autori su suoli coesivi

### ***Modulo di deformazione non drenato***

Modulo di deformazione non drenato  $E_u$  (Cancelli ed altri 1980)





---

**Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni**

---

Modulo di deformazione non drenato Eu (Ladd ed altri 1977) – (Inserire valore  $n$   $30 < n < 1500$  sulla base di esperienze acquisite e del tipo litologico)

***Peso di Volume Gamma***

Peso di Volume terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

***Modulo di deformazione di taglio)***

Imai & Tonouchi (1982)

***OCR***

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (P.W. Mayne 1991) - per argille ed argille sovraconsolidate

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione Jamiolkowski et altri 1979 – valida per argilla di Taranto

Grado di Sovraconsolidazione Schmertmann 1978

***Coefficiente Di Consolidazione Verticale***

Coefficiente di Consolidazione  $C_v$  (Piacentini-Righi, 1988)

***Permeabilità***

Coefficiente di Permeabilità  $K$  (Piacentini-Righi, 1988) .




**SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA**

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>CPT</b>	<b>CPTU</b>	<b>X</b>	<b>CPTU + DISSIPAZIONE</b>			
Nome stendimento	PROVA N. 01 – CPTU S1						
Rapporto di prova n.	45/2014 – CPTU 01						
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA						
Strumento utilizzato	PENETROMETRO STATICO PAGANI TG 63-200 STATICO						
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia						
Data Esecuzione Prove	02/07/2014						
Profondità raggiunta	1.0 m p.c.						
Eseguito prescavo esplorativo	no						
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si						
Ancoraggio strumento	Aste elicoidali - ancoraggio 1.3 metri p.c.						
Punta utilizzata	Piezocono Pagani TGS A 07						
Sistema di lettura	Datalogger Pagani con lettura in continuo e trasferimento dati via GSM						
Programma utilizzato per acquisizione	CPTU Acquire						
Programma utilizzato per elaborazione dati	Static probing- Geostru software						
Allegati al presente documento	<b>Rapporto di prova n. 45/2014 – CPTU 01</b>						

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



GEO 3 S.A.S. di Ardagna Antonino C.		 <div>Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni GEO3 S.p.A.</div>
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 03/07/2014		
Site: Triscina - Test: P1		

### Company information

Name: GEO 3 S.A.S. di Ardagna Antonino C.  
Address: Via Alberto Burri n. 04  
Zip code: 91024  
City: Gibellina TP  
P.IVA: 02227380819  
E-Mail: info@geo3.biz  
Phone number: 092469903  
Fax number: 092469903

### Site information

Name: Triscina  
Date: 03/07/2014  
Commissioner: Concise Consorzio Stabile società  
Locality: triscina

### Test information

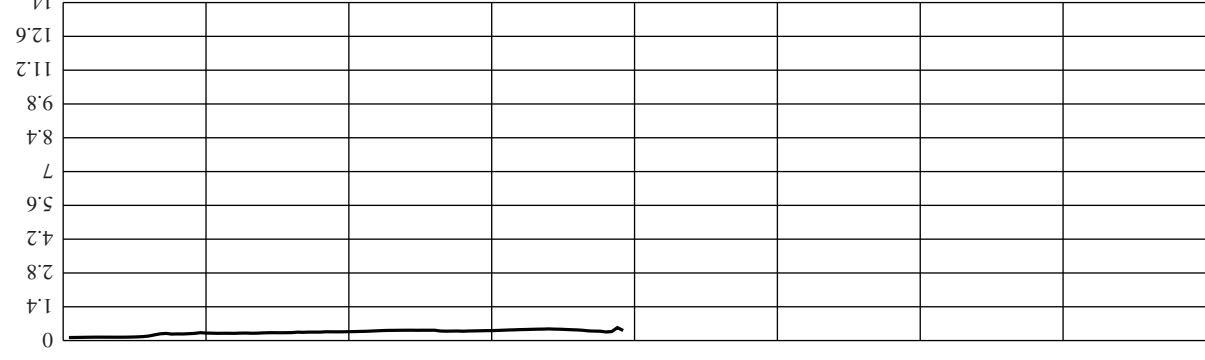
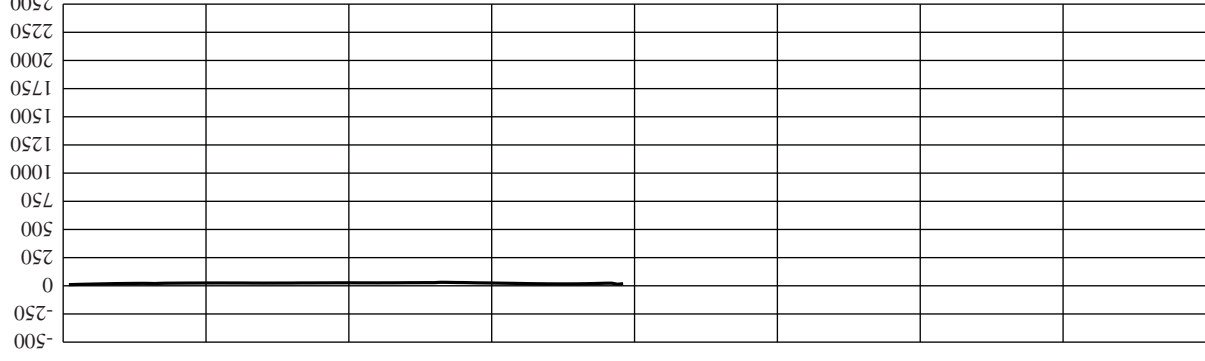
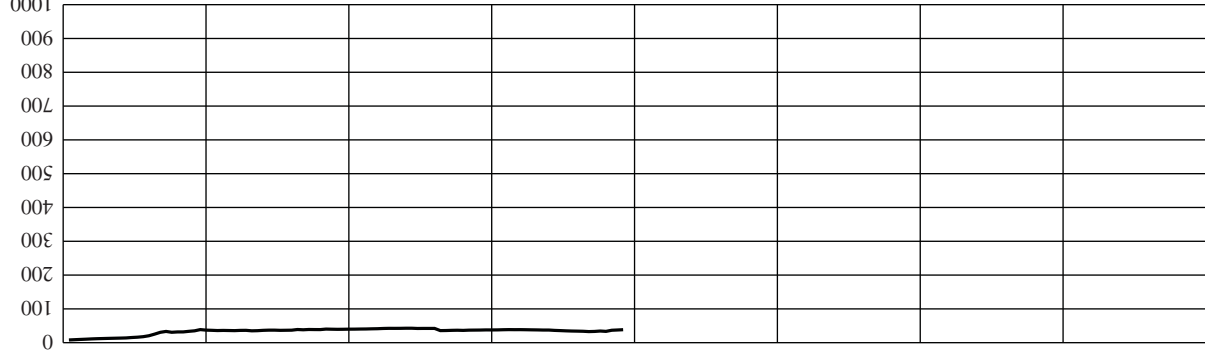
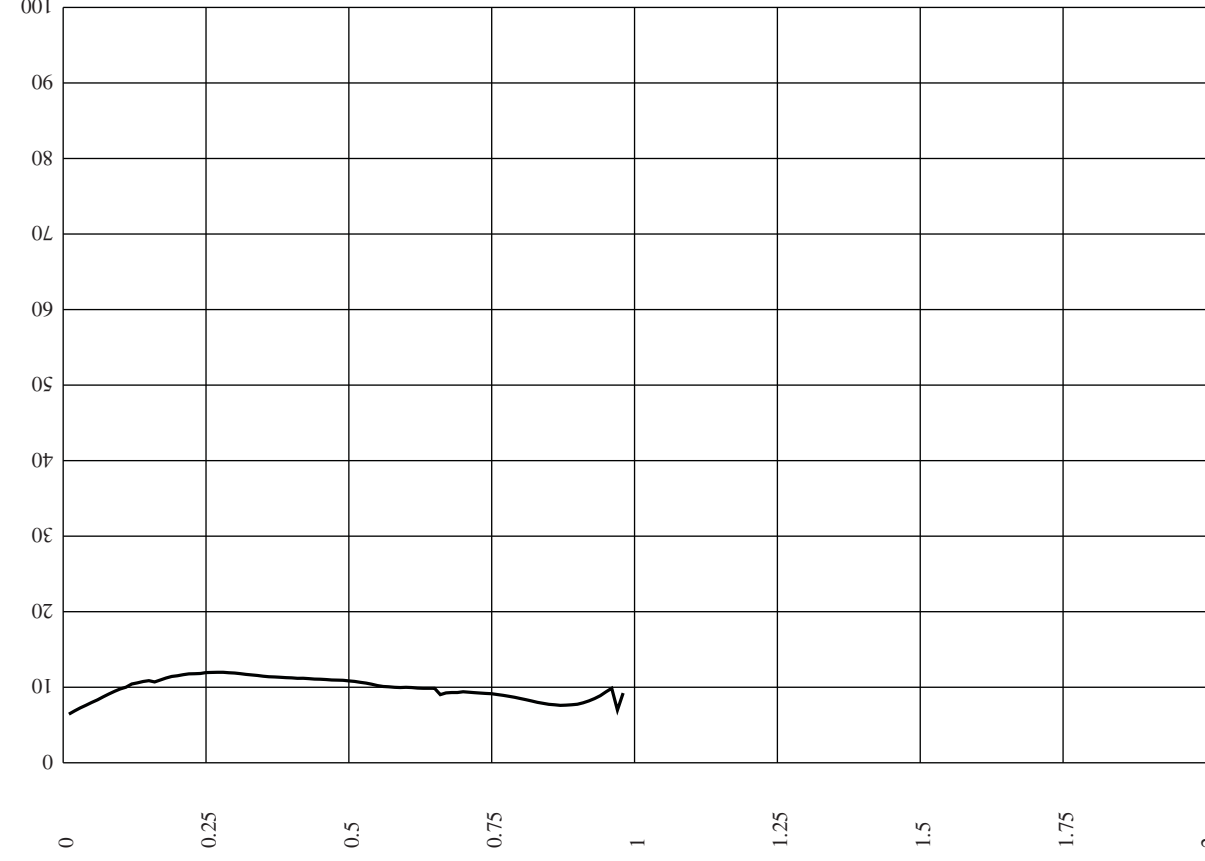
Name: P1  
Location: P S I  
Date: 03/07/2014  
Prehole mode:  
Prehole depth [cm]: 0  
Hydrostatic line [cm]: 0  
Ground level [m]: 0  
Latitude: 3735.4740N  
Longitude: 01248.3634E  
Operator: Ardagna  
Comments:  
Probe code: MKJ383

Depth [cm]	Qc [MPa]	Fs [KPa]	U2 [KPa]	Rf [%]	U2/Qc [%]	Qc-U2 [MPa]	Tilt [°]	Dist [cm]	Speed [cm/sec]
1	5.87	7.01	7.1	0.119421	0.120954	5.8629	2.5	0.043619	0
2	6.44	8.05	8.34	0.125	0.129503	6.43166	2.5	0.087239	2
3	6.87	8.84	9.58	0.128675	0.139447	6.86042	2.5	0.130858	2
4	7.27	9.6	10.56	0.13205	0.145254	7.25944	2.5	0.174478	2
5	7.62	10.35	11.54	0.135827	0.151444	7.60846	2.5	0.218097	2.3
6	7.99	11.18	12.51	0.139925	0.156571	7.97749	2.5	0.261716	2.3
7	8.33	11.85	13.31	0.142257	0.159784	8.31669	2.4	0.303592	2.3
8	8.73	12.27	14.29	0.14055	0.163688	8.71571	2.4	0.345468	2.3
9	9.11	12.77	15.26	0.140176	0.167508	9.09474	2.4	0.387343	2.3
10	9.46	13.18	16.06	0.139323	0.169767	9.44394	2.5	0.430963	2.3
11	9.78	13.6	16.6	0.139059	0.169734	9.7634	2.4	0.472838	2.3
12	10.01	14.06	17.04	0.14046	0.17023	9.99296	2.4	0.514714	2.3
13	10.43	15.27	17.48	0.146405	0.167593	10.41252	2.2	0.553102	2.3
14	10.58	16.23	18.02	0.153403	0.170321	10.56198	2.2	0.59149	2.3
15	10.76	17.77	18.1	0.165149	0.168216	10.7419	2	0.626389	2.3
16	10.87	20.48	17.75	0.188408	0.163293	10.85225	2	0.661289	2.3
17	10.7	25.32	16.77	0.236636	0.156729	10.68323	1.9	0.694444	2.3
18	10.96	30.66	18.1	0.279745	0.165146	10.9419	1.8	0.725855	2.3
19	11.22	33.29	19.08	0.296702	0.170053	11.20092	1.7	0.755521	2.3
20	11.43	30.79	19.35	0.269379	0.169291	11.41065	1.7	0.785187	2.3
21	11.52	31.75	19.7	0.275608	0.171007	11.5003	1.7	0.814853	2.3
22	11.66	31.87	19.97	0.273328	0.171269	11.64003	1.6	0.842775	2.3
23	11.77	33.58	20.32	0.285302	0.172642	11.74968	1.6	0.870697	2.3
24	11.79	35.09	20.23	0.297625	0.171586	11.76977	1.6	0.898618	2.3
25	11.82	38.72	20.5	0.32758	0.173435	11.7995	1.6	0.92654	2.3
26	11.94	37.17	20.86	0.311307	0.174707	11.91914	1.6	0.954461	2.3
27	11.96	36.63	20.77	0.306271	0.173662	11.93923	1.4	0.978894	2.3
28	11.98	35.92	20.94	0.299833	0.174791	11.95906	1.4	1.003326	2.3
29	11.98	36.25	20.86	0.302588	0.174124	11.95914	1.4	1.027758	2.3
30	11.92	36	20.77	0.302013	0.174245	11.89923	1.5	1.053935	2.3
31	11.88	35.67	20.77	0.300253	0.174832	11.85923	1.5	1.080112	2.3
32	11.8	36.38	20.59	0.308305	0.174492	11.77941	1.4	1.104544	2.3
33	11.7	36.5	20.41	0.311966	0.174444	11.67959	1.5	1.130721	2.3
34	11.63	35.09	20.15	0.30172	0.173259	11.60985	1.5	1.156898	2.3
35	11.56	35.46	20.06	0.306747	0.173529	11.53994	1.5	1.183075	2.3
36	11.46	36.55	19.88	0.318935	0.173473	11.44012	1.6	1.210997	2.3
37	11.39	37.05	20.06	0.325285	0.176119	11.36994	1.5	1.237173	2.3
38	11.36	37.09	20.15	0.326496	0.177377	11.33985	1.5	1.26335	2.3
39	11.32	36.5	20.23	0.322438	0.17871	11.29977	1.5	1.289527	2.3
40	11.27	36.75	20.32	0.326087	0.180302	11.24968	1.5	1.315704	2.3

Depth [cm]	Qc [MPa]	Fs [KPa]	U2 [KPa]	Rf [%]	U2/Qc [%]	Qc-U2 [MPa]	Tilt [°]	Dist [cm]	Speed [cm/sec]
41	11.24	37	20.32	0.329181	0.180783	11.21968	1.5	1.341881	2.2
42	11.18	38.97	20.86	0.348569	0.186583	11.15914	1.5	1.368058	2.2
43	11.19	38.21	21.03	0.341466	0.187936	11.16897	1.5	1.394235	2.3
44	11.14	39.01	21.03	0.35018	0.188779	11.11897	1.5	1.420412	2.3
45	11.08	38.84	21.12	0.350542	0.190614	11.05888	1.5	1.446589	2.3
46	11.06	38.72	21.48	0.35009	0.194213	11.03852	1.5	1.472766	2.3
47	11.02	40.26	21.57	0.365336	0.195735	10.99843	1.5	1.498943	2.3
48	10.96	39.8	21.65	0.363139	0.197536	10.93835	1.5	1.52512	2.3
49	10.94	39.51	21.83	0.361152	0.199543	10.91817	1.5	1.551297	2.3
50	10.92	39.67	21.92	0.363278	0.200733	10.89808	1.5	1.577474	2.3
51	10.84	40.01	22.1	0.369096	0.203875	10.8179	1.5	1.603651	2.3
52	10.77	40.05	21.83	0.371866	0.202693	10.74817	1.5	1.629828	2.3
53	10.65	40.38	21.74	0.379155	0.204131	10.62826	1.5	1.656005	2.3
54	10.55	40.51	21.65	0.383981	0.205213	10.52835	1.5	1.682182	2.3
55	10.4	41.01	21.65	0.394327	0.208173	10.37835	1.5	1.708359	2.3
56	10.22	41.34	21.57	0.404501	0.211057	10.19843	1.5	1.734536	2.3
57	10.1	42.01	21.83	0.415941	0.216139	10.07817	1.5	1.760712	2.3
58	10.06	42.43	21.92	0.421769	0.217893	10.03808	1.5	1.786889	2.3
59	9.99	42.34	21.92	0.423824	0.219419	9.96808	1.5	1.813066	2.3
60	9.96	42.47	22.36	0.426406	0.224498	9.93764	1.5	1.839243	2.3
61	9.99	42.76	22.72	0.428028	0.227427	9.96728	1.5	1.86542	2.3
62	9.96	42.76	22.9	0.429317	0.22992	9.9371	1.5	1.891597	2.3
63	9.89	42.05	22.9	0.425177	0.231547	9.8671	1.5	1.917774	2.3
64	9.86	42.18	23.25	0.427789	0.235801	9.83675	1.5	1.943951	2.3
65	9.86	42.18	23.25	0.427789	0.235801	9.83675	1.5	1.970128	2.3
66	9.86	42.18	23.25	0.427789	0.235801	9.83675	1.5	1.996305	2.3
67	9.02	35.75	25.91	0.396341	0.287251	8.99409	1.5	2.022482	2.4
68	9.25	35.96	25.56	0.388757	0.276324	9.22444	1.5	2.048659	2.4
69	9.3	36.5	24.76	0.392473	0.266237	9.27524	1.5	2.074836	2.5
70	9.3	36.8	24.05	0.395699	0.258602	9.27595	1.5	2.101013	2.5
71	9.4	36.38	23.78	0.387021	0.252979	9.37622	1.5	2.12719	2.5
72	9.34	37.05	23.07	0.396681	0.247002	9.31693	1.6	2.155111	2.5
73	9.28	37.21	22.1	0.40097	0.238147	9.2579	1.6	2.183033	2.5
74	9.23	37.42	21.57	0.405417	0.233694	9.20843	1.5	2.20921	2.5
75	9.18	37.76	21.03	0.411329	0.229085	9.15897	1.5	2.235387	2.5
76	9.14	37.71	20.5	0.412582	0.224289	9.1195	1.5	2.261564	2.5
77	9.03	37.84	19.79	0.419048	0.219158	9.01021	1.5	2.287741	2.5
78	8.93	38.34	19.17	0.429339	0.21467	8.91083	1.5	2.313918	2.5
79	8.8	38.67	18.46	0.439432	0.209773	8.78154	1.6	2.341839	2.5
80	8.67	38.51	17.84	0.444175	0.205767	8.65216	1.5	2.368016	2.5







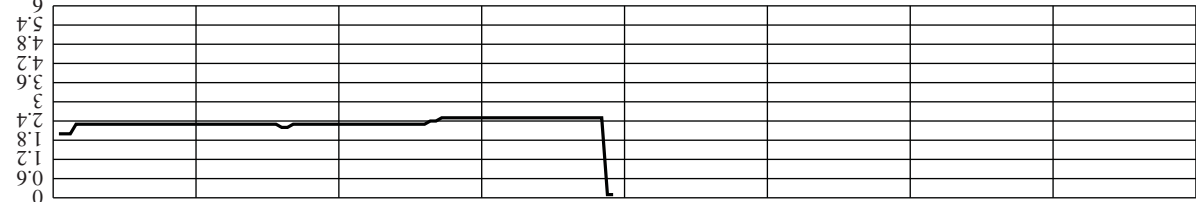
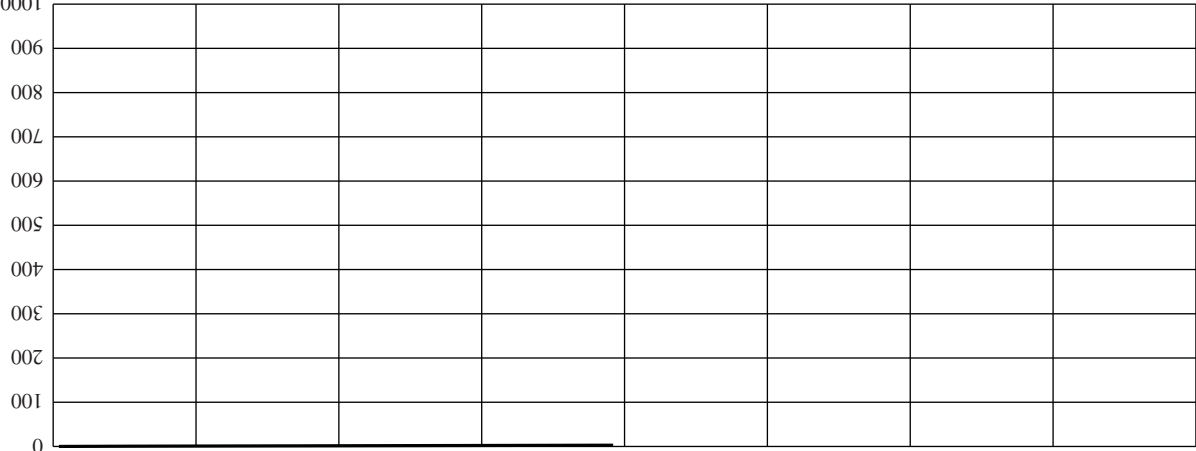
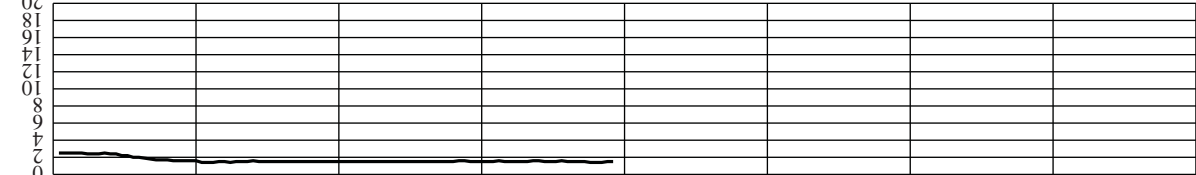
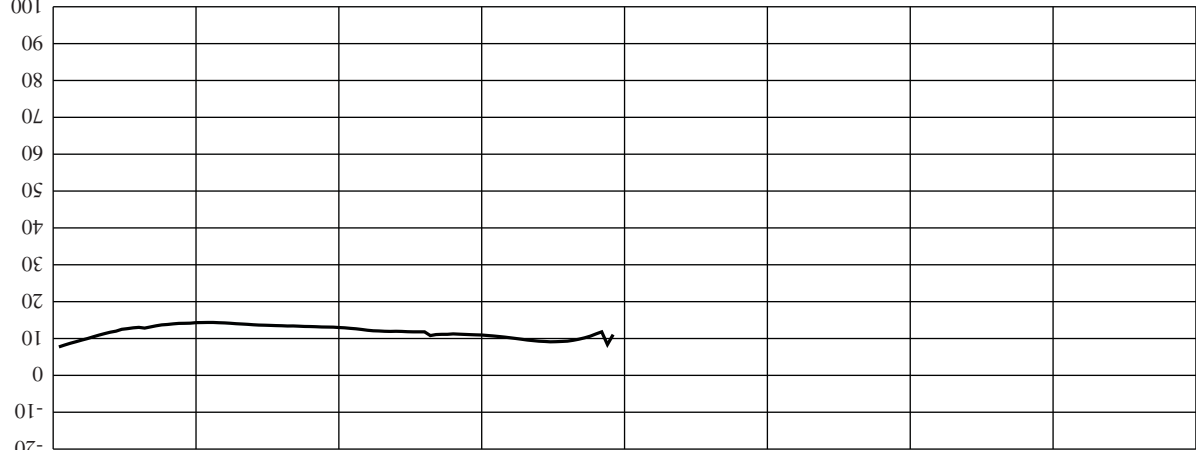
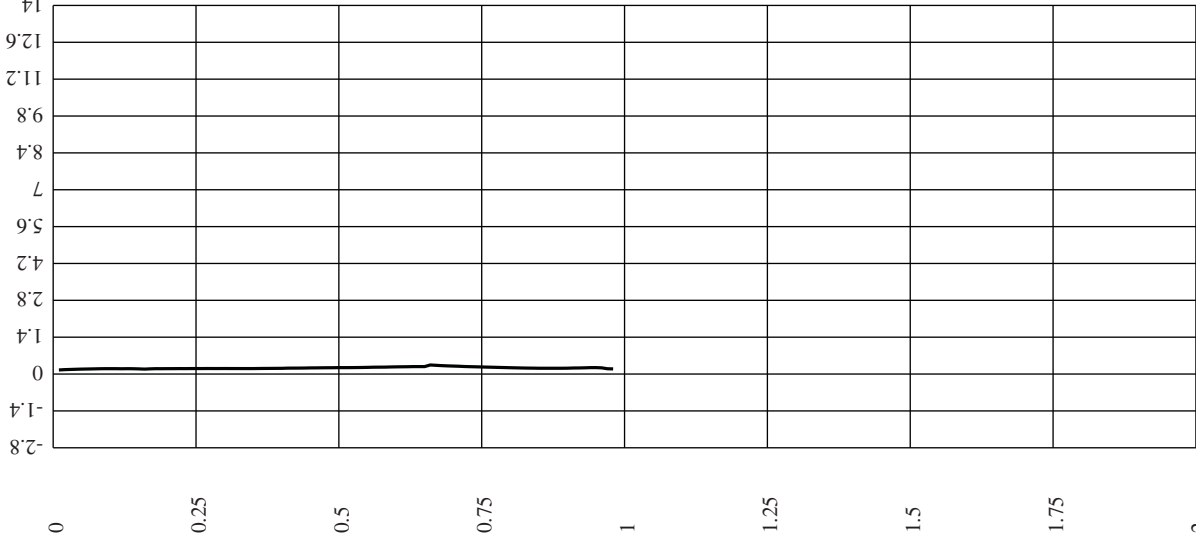
U2/Qc [%]

Qc-U2 [MPa]

Tilt [°]

Dist [cm]

Speed [cm/sec]





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPTU S1

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Terzaghi	0.49

##### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Metodo generale del modulo Edometrico	43.03

##### Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Eu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Ladd ed Altri 1977 n=30	14.7

##### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Imai & Tomauchi	112.65

##### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Larsson 1991 S.G.I.	1.35



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPTU S1

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Meyerhof	1.85

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	0.2	0.03

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Meyerhof	1.93

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Larsson 1995	32.72

##### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Meyerhof 1951	21.38

##### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Robertson & Campanella 1983	19.52



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPTU S1

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	38.29

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Imai & Tomauchi	112.65

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Stress-History	2.45

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Kulhawy-Mayne (1990)	0.63

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	0.20327	0.02643



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPTU S1

**Peso unità di volume**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Meyerhof	1.8

**Peso unità di volume saturo**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	9.76	33.01	0.09	0.09	Meyerhof	2.1





**SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA**

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>CPT</b>	<b>X</b>	<b>CPTU</b>	<b>CPTU + DISSIPAZIONE</b>			
Nome stendimento	PROVA N. 02 – CPT S2						
Rapporto di prova n.	46/2014 – CPT 02						
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA						
Strumento utilizzato	PENETROMETRO STATICO PAGANI TG 63-200 STATICO						
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia						
Data Esecuzione Prove	02/07/2014						
Profondità raggiunta	4.4 m p.c.						
Eseguito prescavo esplorativo	no						
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si						
Ancoraggio strumento	Aste elicoidali - ancoraggio 3.00 metri p.c.						
Punta utilizzata	Meccanica - Begemann						
Sistema di lettura	Cella di carico AEP 20 ton collegata a datalogger Pagani						
Programma utilizzato per acquisizione	Manuale su minuta cartacea						
Programma utilizzato per elaborazione dati	Static probing- Geostru software						
Allegati al presente documento	<b>Rapporto di prova n. 46/2014 – CPT 02</b>						

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

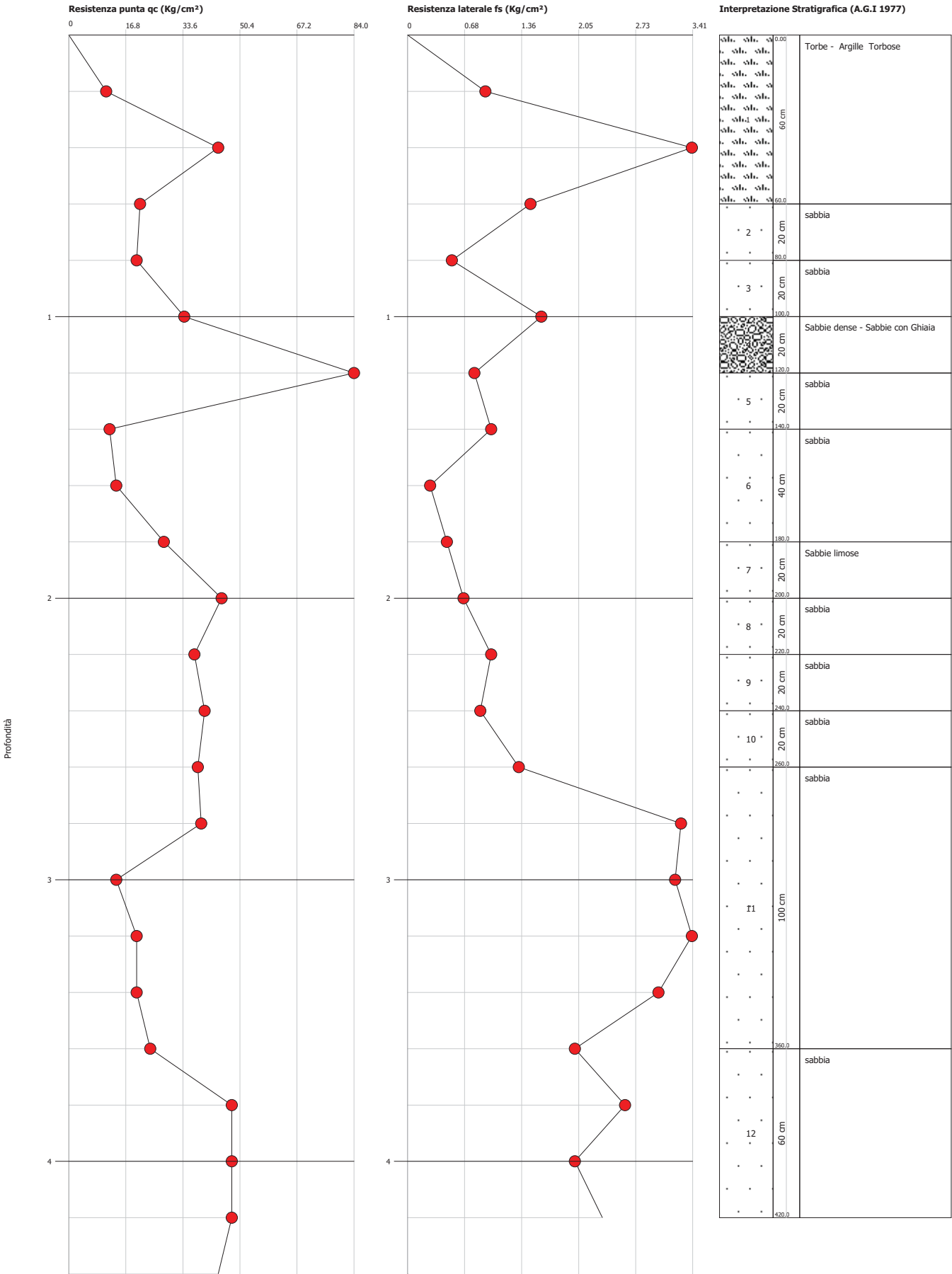


Probe CPT - Cone Penetration Ps2  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Concise Consorzio Stabile società  
Cantiere : Realizzazione della rete fognaria di Triscina e colletta mento all'impianto di depurazione di via Errante Vecchia  
Località : Triscina

Data :01/07/2014

Scala 1:19





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S2

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.60	25.33	1.93	0.06	0.06	Larsson 1995	74.55
Strato 2	0.80	20.0	0.53	0.14	0.14	Larsson 1995	43.22
Strato 3	1.00	34.0	1.6	0.18	0.18	Larsson 1995	51.75
Strato 4	1.20	84.0	0.8	0.22	0.22	Larsson 1995	72.07
Strato 5	1.40	12.0	1.0	0.26	0.26	Larsson 1995	9.29
Strato 6	1.80	21.0	0.37	0.32	0.32	Larsson 1995	20.7
Strato 7	2.00	45.0	0.67	0.38	0.38	Larsson 1995	38.35
Strato 8	2.20	37.0	1.0	0.42	0.42	Larsson 1995	29.62
Strato 9	2.40	40.0	0.87	0.47	0.47	Larsson 1995	29.23
Strato 10	2.60	38.0	1.33	0.51	0.51	Larsson 1995	25.26
Strato 11	3.60	23.4	2.97	0.63	0.63	Larsson 1995	5.0
Strato 12	4.20	48.0	2.31	0.79	0.79	Larsson 1995	19.42

##### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.60	25.33	1.93	0.06	0.06	Meyerhof 1951	28.37
Strato 2	0.80	20.0	0.53	0.14	0.14	Meyerhof 1951	25.98
Strato 3	1.00	34.0	1.6	0.18	0.18	Meyerhof 1951	32.27
Strato 4	1.20	84.0	0.8	0.22	0.22	Meyerhof 1951	45.0
Strato 5	1.40	12.0	1.0	0.26	0.26	Meyerhof 1951	22.39
Strato 6	1.80	21.0	0.37	0.32	0.32	Meyerhof 1951	26.43
Strato 7	2.00	45.0	0.67	0.38	0.38	Meyerhof 1951	37.2
Strato 8	2.20	37.0	1.0	0.42	0.42	Meyerhof 1951	33.61
Strato 9	2.40	40.0	0.87	0.47	0.47	Meyerhof 1951	34.96
Strato 10	2.60	38.0	1.33	0.51	0.51	Meyerhof	34.06



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S2

						1951	
Strato 11	3.60	23.4	2.97	0.63	0.63	Meyerhof 1951	27.51
Strato 12	4.20	48.0	2.31	0.79	0.79	Meyerhof 1951	38.55

#### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.60	25.33	1.93	0.06	0.06	Robertson & Campanella 1983	50.66
Strato 2	0.80	20.0	0.53	0.14	0.14	Robertson & Campanella 1983	40.0
Strato 3	1.00	34.0	1.6	0.18	0.18	Robertson & Campanella 1983	68.0
Strato 4	1.20	84.0	0.8	0.22	0.22	Robertson & Campanella 1983	168.0
Strato 5	1.40	12.0	1.0	0.26	0.26	Robertson & Campanella 1983	24.0
Strato 6	1.80	21.0	0.37	0.32	0.32	Robertson & Campanella 1983	42.0
Strato 7	2.00	45.0	0.67	0.38	0.38	Robertson & Campanella 1983	90.0
Strato 8	2.20	37.0	1.0	0.42	0.42	Robertson & Campanella 1983	74.0
Strato 9	2.40	40.0	0.87	0.47	0.47	Robertson & Campanella 1983	80.0
Strato 10	2.60	38.0	1.33	0.51	0.51	Robertson & Campanella 1983	76.0
Strato 11	3.60	23.4	2.97	0.63	0.63	Robertson & Campanella 1983	46.8



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S2

Strato 12	4.20	48.0	2.31	0.79	0.79	Robertson & Campanella 1983	96.0
-----------	------	------	------	------	------	-----------------------------	------

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.60	25.33	1.93	0.06	0.06	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	99.36
Strato 2	0.80	20.0	0.53	0.14	0.14	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	78.45
Strato 3	1.00	34.0	1.6	0.18	0.18	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	133.37
Strato 4	1.20	84.0	0.8	0.22	0.22	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	329.5
Strato 5	1.40	12.0	1.0	0.26	0.26	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	47.07
Strato 6	1.80	21.0	0.37	0.32	0.32	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	82.38
Strato 7	2.00	45.0	0.67	0.38	0.38	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	176.52
Strato 8	2.20	37.0	1.0	0.42	0.42	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	145.14
Strato 9	2.40	40.0	0.87	0.47	0.47	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	156.91



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S2

Strato 10	2.60	38.0	1.33	0.51	0.51	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	149.06
Strato 11	3.60	23.4	2.97	0.63	0.63	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	91.79
Strato 12	4.20	48.0	2.31	0.79	0.79	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	188.29

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.60	25.33	1.93	0.06	0.06	Imai & Tomauchi	201.73
Strato 2	0.80	20.0	0.53	0.14	0.14	Imai & Tomauchi	174.62
Strato 3	1.00	34.0	1.6	0.18	0.18	Imai & Tomauchi	241.49
Strato 4	1.20	84.0	0.8	0.22	0.22	Imai & Tomauchi	419.66
Strato 5	1.40	12.0	1.0	0.26	0.26	Imai & Tomauchi	127.8
Strato 6	1.80	21.0	0.37	0.32	0.32	Imai & Tomauchi	179.9
Strato 7	2.00	45.0	0.67	0.38	0.38	Imai & Tomauchi	286.6
Strato 8	2.20	37.0	1.0	0.42	0.42	Imai & Tomauchi	254.29
Strato 9	2.40	40.0	0.87	0.47	0.47	Imai & Tomauchi	266.7
Strato 10	2.60	38.0	1.33	0.51	0.51	Imai & Tomauchi	258.47
Strato 11	3.60	23.4	2.97	0.63	0.63	Imai & Tomauchi	192.2
Strato 12	4.20	48.0	2.31	0.79	0.79	Imai & Tomauchi	298.12





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S2

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.60	25.33	1.93	0.06	0.06	Stress-History	>9
Strato 2	0.80	20.0	0.53	0.14	0.14	Stress-History	3.34
Strato 3	1.00	34.0	1.6	0.18	0.18	Stress-History	4.41
Strato 4	1.20	84.0	0.8	0.22	0.22	Stress-History	8.8
Strato 5	1.40	12.0	1.0	0.26	0.26	Stress-History	1.06
Strato 6	1.80	21.0	0.37	0.32	0.32	Stress-History	1.52
Strato 7	2.00	45.0	0.67	0.38	0.38	Stress-History	2.74
Strato 8	2.20	37.0	1.0	0.42	0.42	Stress-History	2.03
Strato 9	2.40	40.0	0.87	0.47	0.47	Stress-History	2.0
Strato 10	2.60	38.0	1.33	0.51	0.51	Stress-History	1.74
Strato 11	3.60	23.4	2.97	0.63	0.63	Stress-History	0.87
Strato 12	4.20	48.0	2.31	0.79	0.79	Stress-History	1.41

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	0.60	25.33	1.93	0.06	0.06	Kulhawy-Mayne (1990)	0.00
Strato 2	0.80	20.0	0.53	0.14	0.14	Kulhawy-Mayne (1990)	0.77
Strato 3	1.00	34.0	1.6	0.18	0.18	Kulhawy-Mayne (1990)	0.92
Strato 4	1.20	84.0	0.8	0.22	0.22	Kulhawy-Mayne (1990)	1.44
Strato 5	1.40	12.0	1.0	0.26	0.26	Kulhawy-Mayne (1990)	0.36
Strato 6	1.80	21.0	0.37	0.32	0.32	Kulhawy-Mayne (1990)	0.46
Strato 7	2.00	45.0	0.67	0.38	0.38	Kulhawy-Mayne (1990)	0.67
Strato 8	2.20	37.0	1.0	0.42	0.42	Kulhawy-Mayne (1990)	0.55
Strato 9	2.40	40.0	0.87	0.47	0.47	Kulhawy-Mayne (1990)	0.55
Strato 10	2.60	38.0	1.33	0.51	0.51	Kulhawy-Mayne (1990)	0.50
Strato 11	3.60	23.4	2.97	0.63	0.63	Kulhawy-Mayne (1990)	0.32



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S2

Strato 12	4.20	48.0	2.31	0.79	0.79	Kulhawy-Mayne (1990)	0.44
-----------	------	------	------	------	------	----------------------	------

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	0.60	25.33	1.93	0.06	0.06	0.11951	0.01554
Strato 2	0.80	20.0	0.53	0.14	0.14	0.1335	0.01735
Strato 3	1.00	34.0	1.6	0.18	0.18	0.11715	0.01523
Strato 4	1.20	84.0	0.8	0.22	0.22	0.09614	0.0125
Strato 5	1.40	12.0	1.0	0.26	0.26	0.17783	0.02312
Strato 6	1.80	21.0	0.37	0.32	0.32	0.13033	0.01694
Strato 7	2.00	45.0	0.67	0.38	0.38	0.10843	0.0141
Strato 8	2.20	37.0	1.0	0.42	0.42	0.1143	0.01486
Strato 9	2.40	40.0	0.87	0.47	0.47	0.11184	0.01454
Strato 10	2.60	38.0	1.33	0.51	0.51	0.11344	0.01475
Strato 11	3.60	23.4	2.97	0.63	0.63	0.12384	0.0161
Strato 12	4.20	48.0	2.31	0.79	0.79	0.10672	0.01387

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.60	25.33	1.93	0.06	0.06	Meyerhof	1.8
Strato 2	0.80	20.0	0.53	0.14	0.14	Meyerhof	1.8
Strato 3	1.00	34.0	1.6	0.18	0.18	Meyerhof	1.8
Strato 4	1.20	84.0	0.8	0.22	0.22	Meyerhof	1.9
Strato 5	1.40	12.0	1.0	0.26	0.26	Meyerhof	1.8
Strato 6	1.80	21.0	0.37	0.32	0.32	Meyerhof	1.8
Strato 7	2.00	45.0	0.67	0.38	0.38	Meyerhof	1.9
Strato 8	2.20	37.0	1.0	0.42	0.42	Meyerhof	1.8
Strato 9	2.40	40.0	0.87	0.47	0.47	Meyerhof	1.8
Strato 10	2.60	38.0	1.33	0.51	0.51	Meyerhof	1.8
Strato 11	3.60	23.4	2.97	0.63	0.63	Meyerhof	1.8
Strato 12	4.20	48.0	2.31	0.79	0.79	Meyerhof	1.8



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S2

**Peso unità di volume saturo**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.60	25.33	1.93		0.06	Meyerhof	2.1
Strato 2	0.80	20.0	0.53		0.14	Meyerhof	2.1
Strato 3	1.00	34.0	1.6		0.18	Meyerhof	2.1
Strato 4	1.20	84.0	0.8		0.22	Meyerhof	2.2
Strato 5	1.40	12.0	1.0		0.26	Meyerhof	2.1
Strato 6	1.80	21.0	0.37		0.32	Meyerhof	2.1
Strato 7	2.00	45.0	0.67		0.38	Meyerhof	2.2
Strato 8	2.20	37.0	1.0		0.42	Meyerhof	2.1
Strato 9	2.40	40.0	0.87		0.47	Meyerhof	2.1
Strato 10	2.60	38.0	1.33		0.51	Meyerhof	2.1
Strato 11	3.60	23.4	2.97		0.63	Meyerhof	2.1
Strato 12	4.20	48.0	2.31		0.79	Meyerhof	2.1



**SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA**

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>CPT</b>	<b>X</b>	<b>CPTU</b>	<b>CPTU + DISSIPAZIONE</b>			
Nome stendimento	PROVA N. 04 – CPT S4						
Rapporto di prova n.	47/2014 – CPT 04						
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA						
Strumento utilizzato	PENETROMETRO STATICO PAGANI TG 63-200 STATICO						
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia						
Data Esecuzione Prove	02/07/2014						
Profondità raggiunta	5.6 m p.c.						
Eseguito prescavo esplorativo	no						
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si						
Ancoraggio strumento	Aste elicoidali - ancoraggio 4.00 metri p.c.						
Punta utilizzata	Meccanica - Begemann						
Sistema di lettura	Cella di carico AEP 20 ton collegata a datalogger Pagani						
Programma utilizzato per acquisizione	Manuale su minuta cartacea						
Programma utilizzato per elaborazione dati	Static probing- Geostru software						
Allegati al presente documento	<b>Rapporto di prova n. 47/2014 – CPT 04</b>						

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

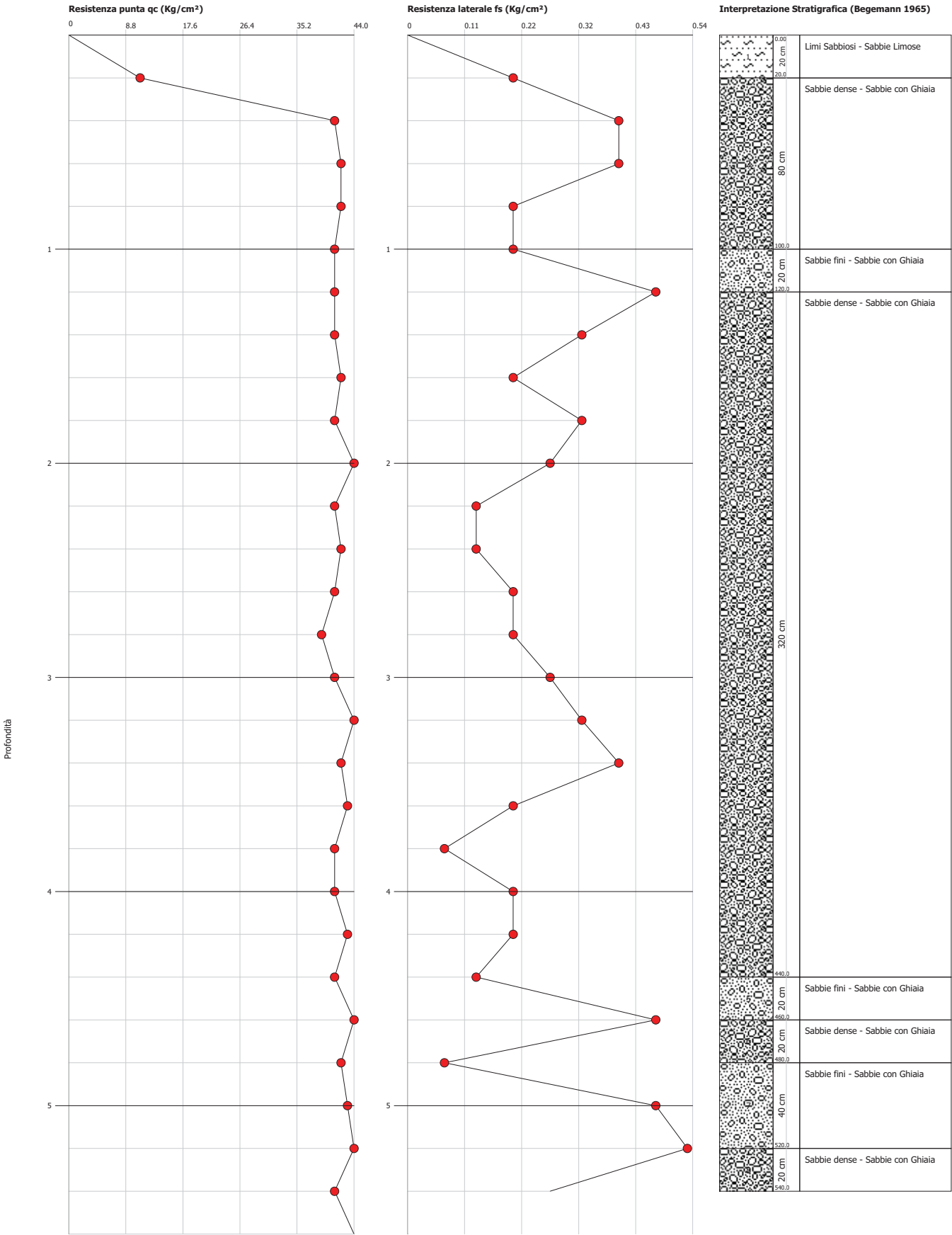


Probe CPT - Cone Penetration P s4  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Concise Consorzio Stabile società  
Cantiere : Realizzazione della rete fognaria di Triscina e colletto mento all'impianto di depurazione di via Errante Vecchia  
Località : Triscina

Data :03/07/2014

Scala 1:25





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S4

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.20	11.0	0.2	0.02	0.02	Larsson 1995	82.34
Strato 2	1.00	41.67	0.27	0.12	0.12	Larsson 1995	68.93
Strato 3	1.20	41.0	0.47	0.23	0.23	Larsson 1995	50.61
Strato 4	4.40	41.69	0.22	0.58	0.58	Larsson 1995	24.04
Strato 5	4.60	44.0	0.47	0.94	0.94	Larsson 1995	11.95
Strato 6	4.80	42.0	0.07	0.98	0.98	Larsson 1995	9.33
Strato 7	5.20	43.5	0.5	1.04	1.04	Larsson 1995	8.58
Strato 8	5.40	41.0	0.27	1.1	1.1	Larsson 1995	5.16

##### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.20	11.0	0.2	0.02	0.02	Meyerhof 1951	21.94
Strato 2	1.00	41.67	0.27	0.12	0.12	Meyerhof 1951	35.71
Strato 3	1.20	41.0	0.47	0.23	0.23	Meyerhof 1951	35.41
Strato 4	4.40	41.69	0.22	0.58	0.58	Meyerhof 1951	35.72
Strato 5	4.60	44.0	0.47	0.94	0.94	Meyerhof 1951	36.76
Strato 6	4.80	42.0	0.07	0.98	0.98	Meyerhof 1951	35.86
Strato 7	5.20	43.5	0.5	1.04	1.04	Meyerhof 1951	36.53
Strato 8	5.40	41.0	0.27	1.1	1.1	Meyerhof 1951	35.41



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S4

#### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	11.0	0.2	0.02	0.02	Robertson & Campanella 1983	22.0
Strato 2	1.00	41.67	0.27	0.12	0.12	Robertson & Campanella 1983	83.34
Strato 3	1.20	41.0	0.47	0.23	0.23	Robertson & Campanella 1983	82.0
Strato 4	4.40	41.69	0.22	0.58	0.58	Robertson & Campanella 1983	83.38
Strato 5	4.60	44.0	0.47	0.94	0.94	Robertson & Campanella 1983	88.0
Strato 6	4.80	42.0	0.07	0.98	0.98	Robertson & Campanella 1983	84.0
Strato 7	5.20	43.5	0.5	1.04	1.04	Robertson & Campanella 1983	87.0
Strato 8	5.40	41.0	0.27	1.1	1.1	Robertson & Campanella 1983	82.0

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	11.0	0.2	0.02	0.02	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	43.15
Strato 2	1.00	41.67	0.27	0.12	0.12	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	163.46
Strato 3	1.20	41.0	0.47	0.23	0.23	Lunne-Christo ffersen 1983 -	160.83





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S4

						Robertson and Powell 1997	
Strato 4	4.40	41.69	0.22	0.58	0.58	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	163.54
Strato 5	4.60	44.0	0.47	0.94	0.94	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	172.6
Strato 6	4.80	42.0	0.07	0.98	0.98	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	164.75
Strato 7	5.20	43.5	0.5	1.04	1.04	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	170.64
Strato 8	5.40	41.0	0.27	1.1	1.1	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	160.83

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	11.0	0.2	0.02	0.02	Imai & Tomauchi	121.19
Strato 2	1.00	41.67	0.27	0.12	0.12	Imai & Tomauchi	273.45
Strato 3	1.20	41.0	0.47	0.23	0.23	Imai & Tomauchi	270.75
Strato 4	4.40	41.69	0.22	0.58	0.58	Imai & Tomauchi	273.53
Strato 5	4.60	44.0	0.47	0.94	0.94	Imai & Tomauchi	282.69
Strato 6	4.80	42.0	0.07	0.98	0.98	Imai & Tomauchi	274.77
Strato 7	5.20	43.5	0.5	1.04	1.04	Imai & Tomauchi	280.72
Strato 8	5.40	41.0	0.27	1.1	1.1	Imai & Tomauchi	270.75



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S4

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.20	11.0	0.2	0.02	0.02	Stress-History	>9
Strato 2	1.00	41.67	0.27	0.12	0.12	Stress-History	7.98
Strato 3	1.20	41.0	0.47	0.23	0.23	Stress-History	4.21
Strato 4	4.40	41.69	0.22	0.58	0.58	Stress-History	1.67
Strato 5	4.60	44.0	0.47	0.94	0.94	Stress-History	1.09
Strato 6	4.80	42.0	0.07	0.98	0.98	Stress-History	1.0
Strato 7	5.20	43.5	0.5	1.04	1.04	Stress-History	0.97
Strato 8	5.40	41.0	0.27	1.1	1.1	Stress-History	0.86

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	0.20	11.0	0.2	0.02	0.02	Kulhawy-Mayne (1990)	0.00
Strato 2	1.00	41.67	0.27	0.12	0.12	Kulhawy-Mayne (1990)	1.35
Strato 3	1.20	41.0	0.47	0.23	0.23	Kulhawy-Mayne (1990)	0.89
Strato 4	4.40	41.69	0.22	0.58	0.58	Kulhawy-Mayne (1990)	0.49
Strato 5	4.60	44.0	0.47	0.94	0.94	Kulhawy-Mayne (1990)	0.37
Strato 6	4.80	42.0	0.07	0.98	0.98	Kulhawy-Mayne (1990)	0.35
Strato 7	5.20	43.5	0.5	1.04	1.04	Kulhawy-Mayne (1990)	0.34
Strato 8	5.40	41.0	0.27	1.1	1.1	Kulhawy-Mayne (1990)	0.32



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S4

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	0.20	11.0	0.2	0.02	0.02	0.18791	0.02443
Strato 2	1.00	41.67	0.27	0.12	0.12	0.11062	0.01438
Strato 3	1.20	41.0	0.47	0.23	0.23	0.1111	0.01444
Strato 4	4.40	41.69	0.22	0.58	0.58	0.1106	0.01438
Strato 5	4.60	44.0	0.47	0.94	0.94	0.10906	0.01418
Strato 6	4.80	42.0	0.07	0.98	0.98	0.11039	0.01435
Strato 7	5.20	43.5	0.5	1.04	1.04	0.10938	0.01422
Strato 8	5.40	41.0	0.27	1.1	1.1	0.1111	0.01444

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	11.0	0.2	0.02	0.02	Meyerhof	1.8
Strato 2	1.00	41.67	0.27	0.12	0.12	Meyerhof	1.9
Strato 3	1.20	41.0	0.47	0.23	0.23	Meyerhof	1.9
Strato 4	4.40	41.69	0.22	0.58	0.58	Meyerhof	1.9
Strato 5	4.60	44.0	0.47	0.94	0.94	Meyerhof	1.9
Strato 6	4.80	42.0	0.07	0.98	0.98	Meyerhof	1.9
Strato 7	5.20	43.5	0.5	1.04	1.04	Meyerhof	1.9
Strato 8	5.40	41.0	0.27	1.1	1.1	Meyerhof	1.9

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	11.0	0.2		0.02	Meyerhof	2.1
Strato 2	1.00	41.67	0.27		0.12	Meyerhof	2.2
Strato 3	1.20	41.0	0.47		0.23	Meyerhof	2.2
Strato 4	4.40	41.69	0.22		0.58	Meyerhof	2.2
Strato 5	4.60	44.0	0.47		0.94	Meyerhof	2.2
Strato 6	4.80	42.0	0.07		0.98	Meyerhof	2.2
Strato 7	5.20	43.5	0.5		1.04	Meyerhof	2.2
Strato 8	5.40	41.0	0.27		1.1	Meyerhof	2.2



**SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA**

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>CPT</b>	<b>X</b>	<b>CPTU</b>	<b>CPTU + DISSIPAZIONE</b>			
Nome stendimento	PROVA N. 05 – CPT S5						
Rapporto di prova n.	48/2014 – CPT 05						
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA						
Strumento utilizzato	PENETROMETRO STATICO PAGANI TG 63-200 STATICO						
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia						
Data Esecuzione Prove							
Profondità raggiunta	2.6 m p.c.						
Eseguito prescavo esplorativo	no						
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si						
Ancoraggio strumento	Aste elicoidali - ancoraggio 4.00 metri p.c.						
Punta utilizzata	Meccanica - Begemann						
Sistema di lettura	Cella di carico AEP 20 ton collegata a datalogger Pagani						
Programma utilizzato per acquisizione	Manuale su minuta cartacea						
Programma utilizzato per elaborazione dati	Static probing- Geostru software						
Allegati al presente documento	<b>Rapporto di prova n. 48/2014 – CPT 05</b>						

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

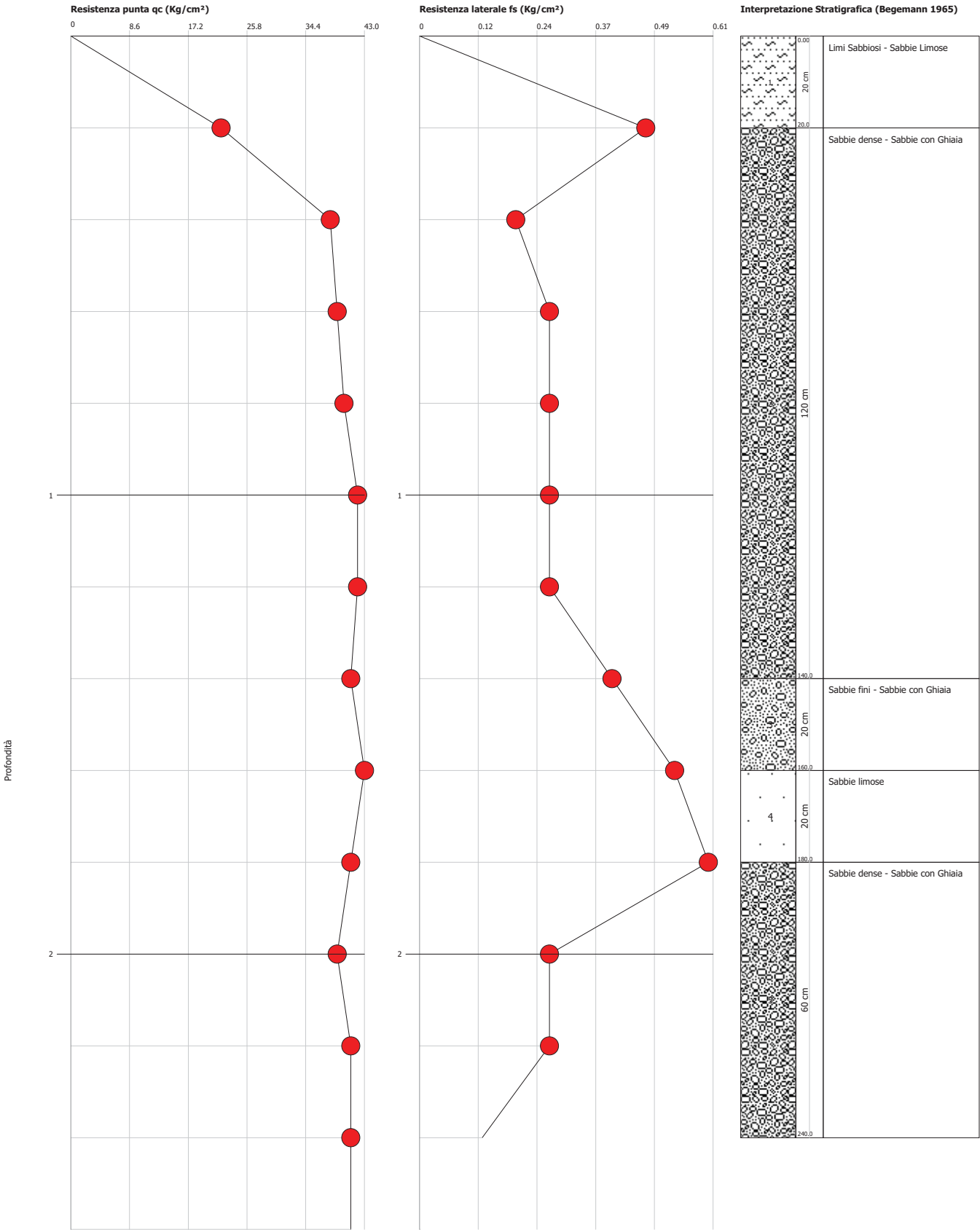


Probe CPT - Cone Penetration P S5  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Concise Consorzio Stabile società  
Cantiere : Realizzazione della rete fognaria di Triscina e colletta mento all'impianto di depurazione di via Errante Vecchia  
Località : Triscina

Data :03/07/2014

Scala 1:12





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S5

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.20	22.0	0.47	0.02	0.02	Larsson 1995	100.0
Strato 2	1.40	40.33	0.28	0.17	0.17	Larsson 1995	59.14
Strato 3	1.60	43.0	0.53	0.31	0.31	Larsson 1995	42.84
Strato 4	1.80	41.0	0.6	0.35	0.35	Larsson 1995	37.82
Strato 5	2.40	40.33	0.22	0.44	0.44	Larsson 1995	31.25

##### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.20	22.0	0.47	0.02	0.02	Meyerhof 1951	26.88
Strato 2	1.40	40.33	0.28	0.17	0.17	Meyerhof 1951	35.11
Strato 3	1.60	43.0	0.53	0.31	0.31	Meyerhof 1951	36.31
Strato 4	1.80	41.0	0.6	0.35	0.35	Meyerhof 1951	35.41
Strato 5	2.40	40.33	0.22	0.44	0.44	Meyerhof 1951	35.11

##### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	22.0	0.47	0.02	0.02	Robertson & Campanella 1983	44.0
Strato 2	1.40	40.33	0.28	0.17	0.17	Robertson & Campanella 1983	80.66
Strato 3	1.60	43.0	0.53	0.31	0.31	Robertson & Campanella 1983	86.0
Strato 4	1.80	41.0	0.6	0.35	0.35	Robertson & Campanella 1983	82.0



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S5

Strato 5	2.40	40.33	0.22	0.44	0.44	Robertson & Campanella 1983	80.66
----------	------	-------	------	------	------	-----------------------------	-------

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	22.0	0.47	0.02	0.02	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	86.3
Strato 2	1.40	40.33	0.28	0.17	0.17	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	158.2
Strato 3	1.60	43.0	0.53	0.31	0.31	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	168.67
Strato 4	1.80	41.0	0.6	0.35	0.35	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	160.83
Strato 5	2.40	40.33	0.22	0.44	0.44	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	158.2

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	22.0	0.47	0.02	0.02	Imai & Tomauchi	185.09
Strato 2	1.40	40.33	0.28	0.17	0.17	Imai & Tomauchi	268.04
Strato 3	1.60	43.0	0.53	0.31	0.31	Imai & Tomauchi	278.75
Strato 4	1.80	41.0	0.6	0.35	0.35	Imai & Tomauchi	270.75
Strato 5	2.40	40.33	0.22	0.44	0.44	Imai & Tomauchi	268.04





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S5

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.20	22.0	0.47	0.02	0.02	Stress-History	>9
Strato 2	1.40	40.33	0.28	0.17	0.17	Stress-History	5.68
Strato 3	1.60	43.0	0.53	0.31	0.31	Stress-History	3.21
Strato 4	1.80	41.0	0.6	0.35	0.35	Stress-History	2.7
Strato 5	2.40	40.33	0.22	0.44	0.44	Stress-History	2.15

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	0.20	22.0	0.47	0.02	0.02	Kulhawy-Mayne (1990)	0.00
Strato 2	1.40	40.33	0.28	0.17	0.17	Kulhawy-Mayne (1990)	1.08
Strato 3	1.60	43.0	0.53	0.31	0.31	Kulhawy-Mayne (1990)	0.75
Strato 4	1.80	41.0	0.6	0.35	0.35	Kulhawy-Mayne (1990)	0.67
Strato 5	2.40	40.33	0.22	0.44	0.44	Kulhawy-Mayne (1990)	0.58

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	0.20	22.0	0.47	0.02	0.02	0.12745	0.01657
Strato 2	1.40	40.33	0.28	0.17	0.17	0.11159	0.01451
Strato 3	1.60	43.0	0.53	0.31	0.31	0.10971	0.01426
Strato 4	1.80	41.0	0.6	0.35	0.35	0.1111	0.01444
Strato 5	2.40	40.33	0.22	0.44	0.44	0.11159	0.01451



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S5

**Peso unità di volume**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	22.0	0.47	0.02	0.02	Meyerhof	1.8
Strato 2	1.40	40.33	0.28	0.17	0.17	Meyerhof	1.9
Strato 3	1.60	43.0	0.53	0.31	0.31	Meyerhof	1.9
Strato 4	1.80	41.0	0.6	0.35	0.35	Meyerhof	1.9
Strato 5	2.40	40.33	0.22	0.44	0.44	Meyerhof	1.9

**Peso unità di volume saturo**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	22.0	0.47		0.02	Meyerhof	2.1
Strato 2	1.40	40.33	0.28		0.17	Meyerhof	2.2
Strato 3	1.60	43.0	0.53		0.31	Meyerhof	2.2
Strato 4	1.80	41.0	0.6		0.35	Meyerhof	2.2
Strato 5	2.40	40.33	0.22		0.44	Meyerhof	2.2



**SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA**

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>CPT</b>	<b>X</b>	<b>CPTU</b>	<b>CPTU + DISSIPAZIONE</b>			
Nome stendimento	PROVA N. 06 – CPT S6						
Rapporto di prova n.	49/2014 – CPT 06						
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA						
Strumento utilizzato	PENETROMETRO STATICO PAGANI TG 63-200 STATICO						
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia						
Data Esecuzione Prove	02/07/2014						
Profondità raggiunta	4.6 m p.c.						
Eseguito prescavo esplorativo	no						
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si						
Ancoraggio strumento	Aste elicoidali - ancoraggio 4.00 metri p.c.						
Punta utilizzata	Meccanica - Begemann						
Sistema di lettura	Cella di carico AEP 20 ton collegata a datalogger Pagani						
Programma utilizzato per acquisizione	Manuale su minuta cartacea						
Programma utilizzato per elaborazione dati	Static probing- Geostru software						
Allegati al presente documento	<b>Rapporto di prova n. 49/2014 – CPT 06</b>						

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

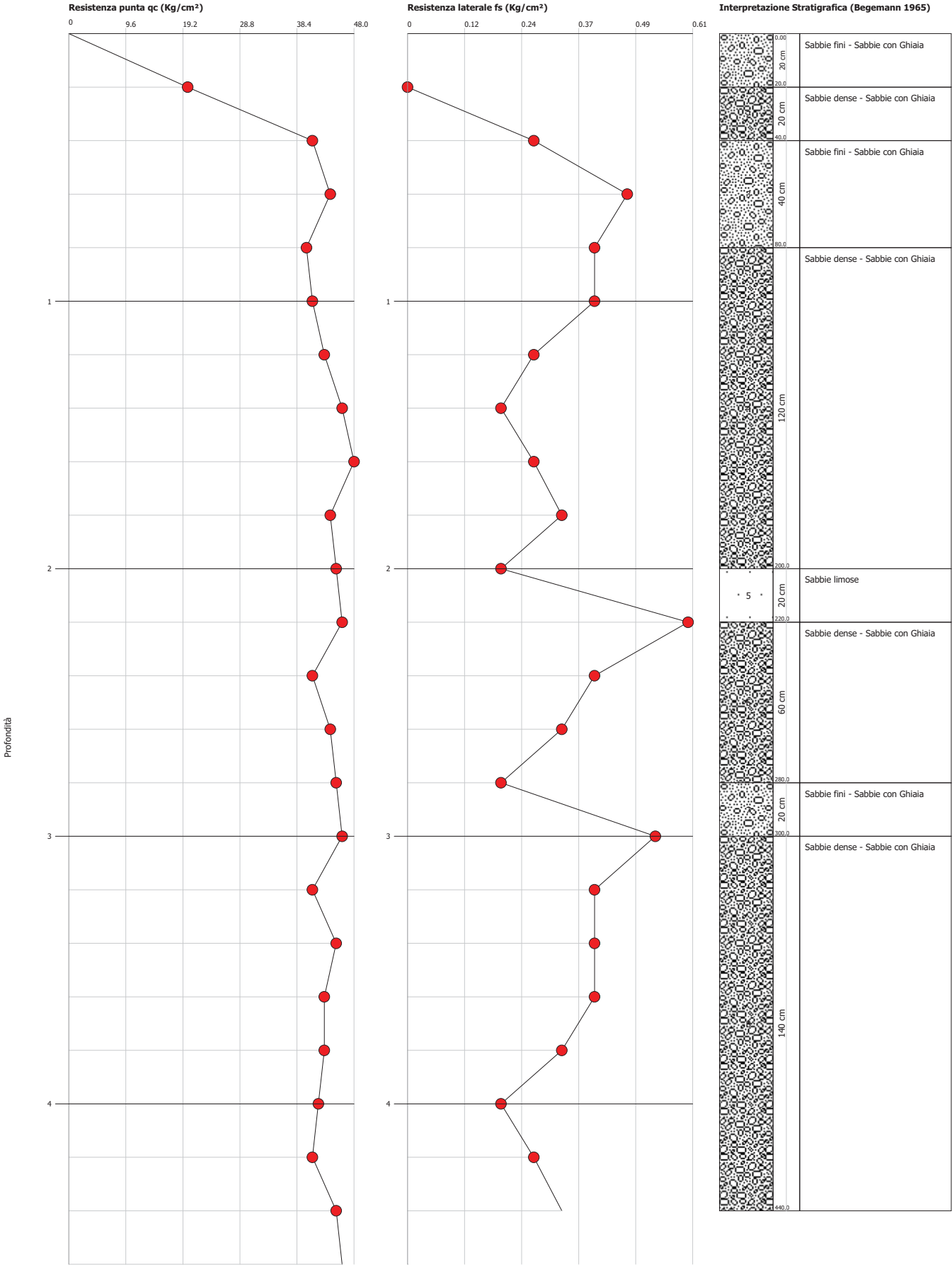


Probe CPT - Cone Penetration P S6  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Concise Consorzio Stabile società  
Cantiere : Realizzazione della rete fognaria di Triscina e colletta mento all'impianto di depurazione di via Errante Vecchia  
Località : Triscina

Data :03/07/2014

Scala 1:20





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S6

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.20	20.0	0.0	0.02	0.02	Larsson 1995	99.24
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Larsson 1995	88.51
Strato 3	0.80	42.0	0.44	0.12	0.12	Larsson 1995	68.74
Strato 4	2.00	44.5	0.28	0.29	0.29	Larsson 1995	45.72
Strato 5	2.20	46.0	0.6	0.44	0.44	Larsson 1995	34.96
Strato 6	2.80	43.33	0.31	0.52	0.52	Larsson 1995	28.18
Strato 7	3.00	46.0	0.53	0.61	0.61	Larsson 1995	25.67
Strato 8	4.40	42.86	0.33	0.78	0.78	Larsson 1995	16.59

##### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.20	20.0	0.0	0.02	0.02	Meyerhof 1951	25.98
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Meyerhof 1951	35.41
Strato 3	0.80	42.0	0.44	0.12	0.12	Meyerhof 1951	35.86
Strato 4	2.00	44.5	0.28	0.29	0.29	Meyerhof 1951	36.98
Strato 5	2.20	46.0	0.6	0.44	0.44	Meyerhof 1951	37.65
Strato 6	2.80	43.33	0.31	0.52	0.52	Meyerhof 1951	36.46
Strato 7	3.00	46.0	0.53	0.61	0.61	Meyerhof 1951	37.65
Strato 8	4.40	42.86	0.33	0.78	0.78	Meyerhof 1951	36.24



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S6

#### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	20.0	0.0	0.02	0.02	Robertson & Campanella 1983	40.0
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Robertson & Campanella 1983	82.0
Strato 3	0.80	42.0	0.44	0.12	0.12	Robertson & Campanella 1983	84.0
Strato 4	2.00	44.5	0.28	0.29	0.29	Robertson & Campanella 1983	89.0
Strato 5	2.20	46.0	0.6	0.44	0.44	Robertson & Campanella 1983	92.0
Strato 6	2.80	43.33	0.31	0.52	0.52	Robertson & Campanella 1983	86.66
Strato 7	3.00	46.0	0.53	0.61	0.61	Robertson & Campanella 1983	92.0
Strato 8	4.40	42.86	0.33	0.78	0.78	Robertson & Campanella 1983	85.72

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	20.0	0.0	0.02	0.02	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	78.45
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	160.83
Strato 3	0.80	42.0	0.44	0.12	0.12	Lunne-Christo ffersen 1983 -	164.75



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S6

						Robertson and Powell 1997	
Strato 4	2.00	44.5	0.28	0.29	0.29	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	174.56
Strato 5	2.20	46.0	0.6	0.44	0.44	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	180.44
Strato 6	2.80	43.33	0.31	0.52	0.52	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	169.97
Strato 7	3.00	46.0	0.53	0.61	0.61	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	180.44
Strato 8	4.40	42.86	0.33	0.78	0.78	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	168.13

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	20.0	0.0	0.02	0.02	Imai & Tomauchi	174.62
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Imai & Tomauchi	270.75
Strato 3	0.80	42.0	0.44	0.12	0.12	Imai & Tomauchi	274.77
Strato 4	2.00	44.5	0.28	0.29	0.29	Imai & Tomauchi	284.65
Strato 5	2.20	46.0	0.6	0.44	0.44	Imai & Tomauchi	290.47
Strato 6	2.80	43.33	0.31	0.52	0.52	Imai & Tomauchi	280.05
Strato 7	3.00	46.0	0.53	0.61	0.61	Imai & Tomauchi	290.47
Strato 8	4.40	42.86	0.33	0.78	0.78	Imai & Tomauchi	278.19





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S6

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.20	20.0	0.0	0.02	0.02	Stress-History	>9
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Stress-History	>9
Strato 3	0.80	42.0	0.44	0.12	0.12	Stress-History	7.93
Strato 4	2.00	44.5	0.28	0.29	0.29	Stress-History	3.55
Strato 5	2.20	46.0	0.6	0.44	0.44	Stress-History	2.43
Strato 6	2.80	43.33	0.31	0.52	0.52	Stress-History	1.92
Strato 7	3.00	46.0	0.53	0.61	0.61	Stress-History	1.76
Strato 8	4.40	42.86	0.33	0.78	0.78	Stress-History	1.28

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	0.20	20.0	0.0	0.02	0.02	Kulhawy-Mayne (1990)	0.00
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Kulhawy-Mayne (1990)	0.00
Strato 3	0.80	42.0	0.44	0.12	0.12	Kulhawy-Mayne (1990)	1.34
Strato 4	2.00	44.5	0.28	0.29	0.29	Kulhawy-Mayne (1990)	0.80
Strato 5	2.20	46.0	0.6	0.44	0.44	Kulhawy-Mayne (1990)	0.62
Strato 6	2.80	43.33	0.31	0.52	0.52	Kulhawy-Mayne (1990)	0.53
Strato 7	3.00	46.0	0.53	0.61	0.61	Kulhawy-Mayne (1990)	0.51
Strato 8	4.40	42.86	0.33	0.78	0.78	Kulhawy-Mayne (1990)	0.41

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	0.20	20.0	0.0	0.02	0.02	0.1335	0.01735
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	0.1111	0.01444
Strato 3	0.80	42.0	0.44	0.12	0.12	0.11039	0.01435
Strato 4	2.00	44.5	0.28	0.29	0.29	0.10874	0.01414



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S6

Strato 5	2.20	46.0	0.6	0.44	0.44	0.10784	0.01402
Strato 6	2.80	43.33	0.31	0.52	0.52	0.10949	0.01423
Strato 7	3.00	46.0	0.53	0.61	0.61	0.10784	0.01402
Strato 8	4.40	42.86	0.33	0.78	0.78	0.1098	0.01427

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	20.0	0.0	0.02	0.02	Meyerhof	0.0
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Meyerhof	1.9
Strato 3	0.80	42.0	0.44	0.12	0.12	Meyerhof	1.9
Strato 4	2.00	44.5	0.28	0.29	0.29	Meyerhof	1.9
Strato 5	2.20	46.0	0.6	0.44	0.44	Meyerhof	1.9
Strato 6	2.80	43.33	0.31	0.52	0.52	Meyerhof	1.9
Strato 7	3.00	46.0	0.53	0.61	0.61	Meyerhof	1.9
Strato 8	4.40	42.86	0.33	0.78	0.78	Meyerhof	1.9

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	20.0	0.0		0.02	Meyerhof	0.0
Strato 2	0.40	41.0	0.27		0.06	Meyerhof	2.2
Strato 3	0.80	42.0	0.44		0.12	Meyerhof	2.2
Strato 4	2.00	44.5	0.28		0.29	Meyerhof	2.2
Strato 5	2.20	46.0	0.6		0.44	Meyerhof	2.2
Strato 6	2.80	43.33	0.31		0.52	Meyerhof	2.2
Strato 7	3.00	46.0	0.53		0.61	Meyerhof	2.2
Strato 8	4.40	42.86	0.33		0.78	Meyerhof	2.2



**SCHEMA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA**

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>CPT</b>	<b>X</b>	<b>CPTU</b>	<b>CPTU + DISSIPAZIONE</b>			
Nome stendimento	PROVA N. 07 – CPT S7						
Rapporto di prova n.	50/2014 – CPT 07						
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA						
Strumento utilizzato	PENETROMETRO STATICO PAGANI TG 63-200 STATICO						
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia						
Data Esecuzione Prove	02/07/2014						
Profondità raggiunta	1.00 m p.c.						
Eseguito prescavo esplorativo	no						
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si						
Ancoraggio strumento	Aste elicoidali - ancoraggio 1.00 metri p.c.						
Punta utilizzata	Meccanica - Begemann						
Sistema di lettura	Cella di carico AEP 20 ton collegata a datalogger Pagani						
Programma utilizzato per acquisizione	Manuale su minuta cartacea						
Programma utilizzato per elaborazione dati	Static probing- Geostru software						
Allegati al presente documento	<b>Rapporto di prova n. 50/2014 – CPT 07</b>						

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

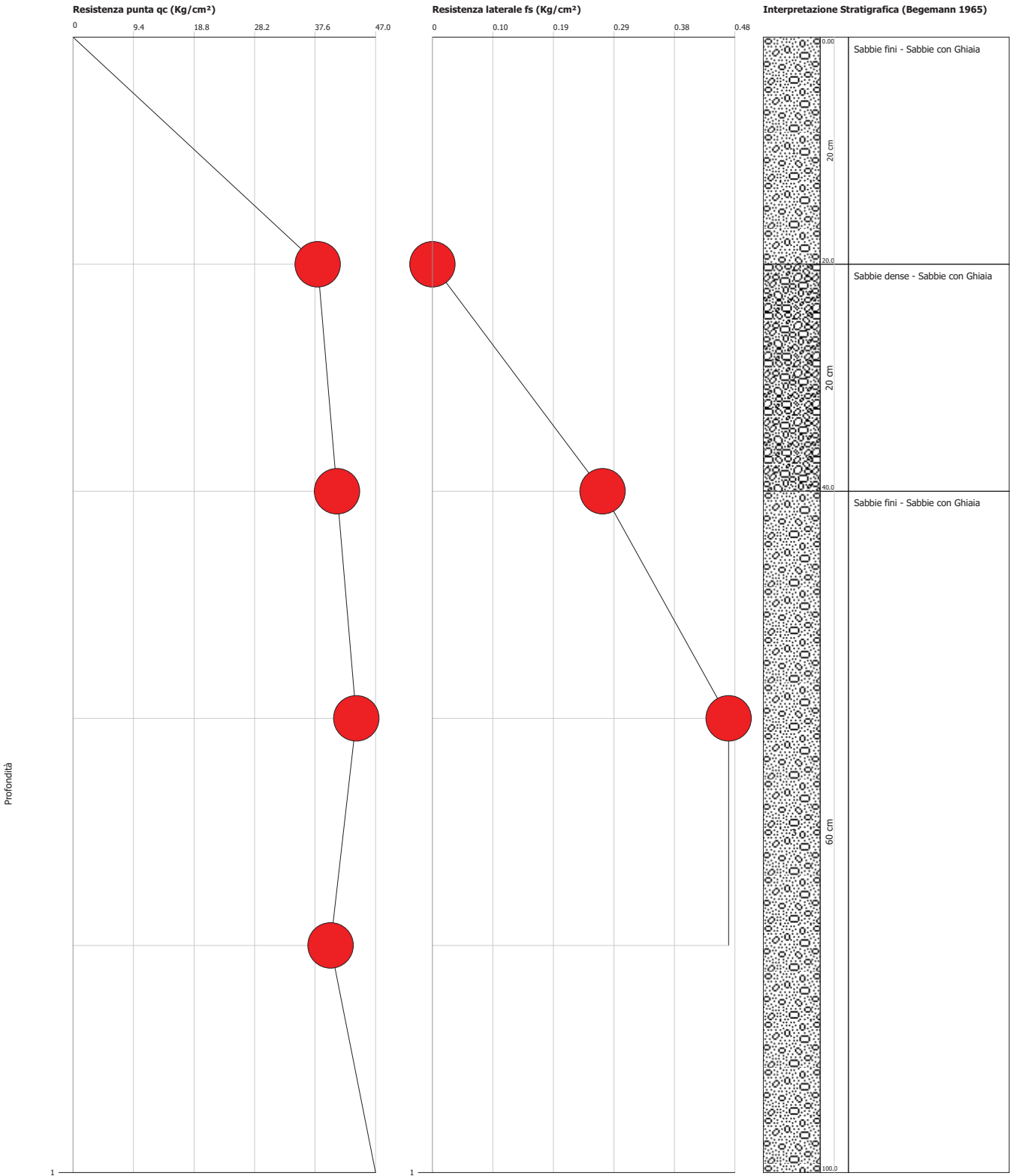


Probe CPT - Cone Penetration Ps7  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Concise Consorzio Stabile società  
Cantiere : Realizzazione della rete fognaria di Triscina e colletta mento all'impianto di depurazione di via Errante Vecchia  
Località : Triscina

Data :03/07/2014

Scala 1:5





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT 07

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.20	38.0	0.0	0.02	0.02	Larsson 1995	100.0
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Larsson 1995	87.49
Strato 3	1.00	42.0	0.47	0.15	0.15	Larsson 1995	63.8

##### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.20	38.0	0.0	0.02	0.02	Meyerhof 1951	34.06
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Meyerhof 1951	35.41
Strato 3	1.00	42.0	0.47	0.15	0.15	Meyerhof 1951	35.86

##### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	38.0	0.0	0.02	0.02	Robertson & Campanella 1983	76.0
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Robertson & Campanella 1983	82.0
Strato 3	1.00	42.0	0.47	0.15	0.15	Robertson & Campanella 1983	84.0

##### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	38.0	0.0	0.02	0.02	Lunne-Christo	149.06



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT 07

						ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	160.83
Strato 3	1.00	42.0	0.47	0.15	0.15	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	164.75

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	38.0	0.0	0.02	0.02	Imai & Tomauchi	258.47
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Imai & Tomauchi	270.75
Strato 3	1.00	42.0	0.47	0.15	0.15	Imai & Tomauchi	274.77

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.20	38.0	0.0	0.02	0.02	Stress-History	>9
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Stress-History	>9
Strato 3	1.00	42.0	0.47	0.15	0.15	Stress-History	6.67

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	0.20	38.0	0.0	0.02	0.02	Kulhawy-May ne (1990)	0.00
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Kulhawy-May ne (1990)	0.00
Strato 3	1.00	42.0	0.47	0.15	0.15	Kulhawy-May ne (1990)	1.20



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT 07

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	0.20	38.0	0.0	0.02	0.02	0.11344	0.01475
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	0.1111	0.01444
Strato 3	1.00	42.0	0.47	0.15	0.15	0.11039	0.01435

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	38.0	0.0	0.02	0.02	Meyerhof	0.0
Strato 2	0.40	41.0	0.27	0.06	0.06	Meyerhof	1.9
Strato 3	1.00	42.0	0.47	0.15	0.15	Meyerhof	1.9

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	38.0	0.0		0.02	Meyerhof	0.0
Strato 2	0.40	41.0	0.27		0.06	Meyerhof	2.2
Strato 3	1.00	42.0	0.47		0.15	Meyerhof	2.2





**SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA**

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>CPT</b>	<b>X</b>	<b>CPTU</b>	<b>CPTU + DISSIPAZIONE</b>			
Nome stendimento	PROVA N. 08 – CPT S8						
Rapporto di prova n.	51/2014 – CPT 08						
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA						
Strumento utilizzato	PENETROMETRO STATICO PAGANI TG 63-200 STATICO						
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia						
Data Esecuzione Prove	02/07/2014						
Profondità raggiunta	6.4 m p.c.						
Eseguito prescavo esplorativo	no						
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si						
Ancoraggio strumento	Aste elicoidali - ancoraggio 4.00 metri p.c.						
Punta utilizzata	Meccanica - Begemann						
Sistema di lettura	Cella di carico AEP 20 ton collegata a datalogger Pagani						
Programma utilizzato per acquisizione	Manuale su minuta cartacea						
Programma utilizzato per elaborazione dati	Static probing- Geostru software						
Allegati al presente documento	<b>Rapporto di prova n. 51/2014 – CPT 08</b>						

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

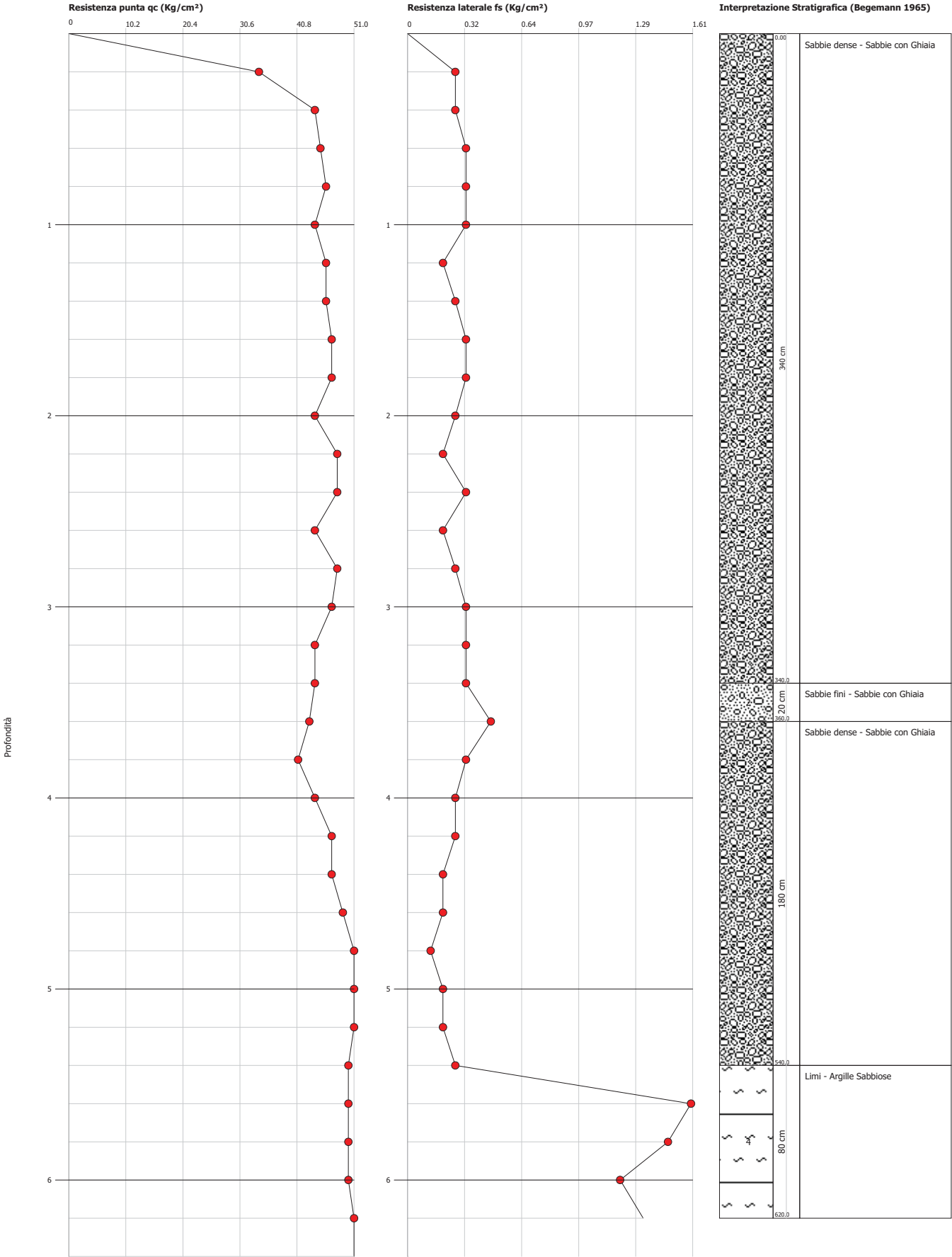


Probe CPT - Cone Penetration P s8  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Concise Consorzio Stabile società  
Caniere : Realizzazione della rete fognaria di Triscina e colletta mento all'impianto di depurazione di via Errante Vecchia  
Località : Triscina

Data :03/07/2014

Scala 1:28





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S8

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Terzaghi	2.51

##### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Metodo generale del modulo Edometrico	100.5

##### Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Eu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Ladd ed Altri 1977 n=30	75.3

##### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Imai & Tomauchi	306.59

##### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S8

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Meyerhof	2.12

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	0.11	0.01
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	0.11	0.01
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	0.11	0.01
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	0.11	0.01

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Meyerhof	2.2

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	Larsson 1995	40.17
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	Larsson 1995	18.11
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	Larsson 1995	14.04
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Larsson 1995	8.14



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S8

#### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	Meyerhof 1951	37.23
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	Meyerhof 1951	36.31
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	Meyerhof 1951	38.5
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Meyerhof 1951	39.56

#### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	Robertson & Campanella 1983	90.12
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	Robertson & Campanella 1983	86.0
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	Robertson & Campanella 1983	95.78
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Robertson & Campanella 1983	100.5

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	176.76
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	168.67



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S8

Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	187.86
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	197.11

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	Imai & Tomauchi	286.83
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	Imai & Tomauchi	278.75
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	Imai & Tomauchi	297.71
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Imai & Tomauchi	306.59

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	Stress-History	2.92
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	Stress-History	1.35
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	Stress-History	1.17
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Stress-History	0.95

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	Kulhawy-Mayne (1990)	0.70
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	Kulhawy-Mayne (1990)	0.43
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	Kulhawy-Mayne (1990)	0.39
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Kulhawy-May	0.34



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S8

						ne (1990)	
--	--	--	--	--	--	-----------	--

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	0.1084	0.01409
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	0.10971	0.01426
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	0.10678	0.01388
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	0.10556	0.01372

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	Meyerhof	1.9
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	Meyerhof	1.9
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	Meyerhof	1.9
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Meyerhof	1.8

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3.40	45.06	0.29	0.36	0.36	Meyerhof	2.2
Strato 2	3.60	43.0	0.47	0.74	0.74	Meyerhof	2.2
Strato 3	5.40	47.89	0.23	0.95	0.95	Meyerhof	2.2
Strato 4	6.20	50.25	1.4	1.23	1.23	Meyerhof	2.1





**SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA**

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>CPT</b>	<b>X</b>	<b>CPTU</b>	<b>CPTU + DISSIPAZIONE</b>			
Nome stendimento	PROVA N. 09 – CPT S9						
Rapporto di prova n.	52/2014 – CPT 09						
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA						
Strumento utilizzato	PENETROMETRO STATICO PAGANI TG 63-200 STATICO						
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia						
Data Esecuzione Prove	02/07/2014						
Profondità raggiunta	5.4 m p.c.						
Eseguito prescavo esplorativo	no						
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si						
Ancoraggio strumento	Aste elicoidali - ancoraggio 4.00 metri p.c.						
Punta utilizzata	Meccanica - Begemann						
Sistema di lettura	Cella di carico AEP 20 ton collegata a datalogger Pagani						
Programma utilizzato per acquisizione	Manuale su minuta cartacea						
Programma utilizzato per elaborazione dati	Static probing- Geostru software						
Allegati al presente documento	<b>Rapporto di prova n. 52/2014 – CPT 09</b>						

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

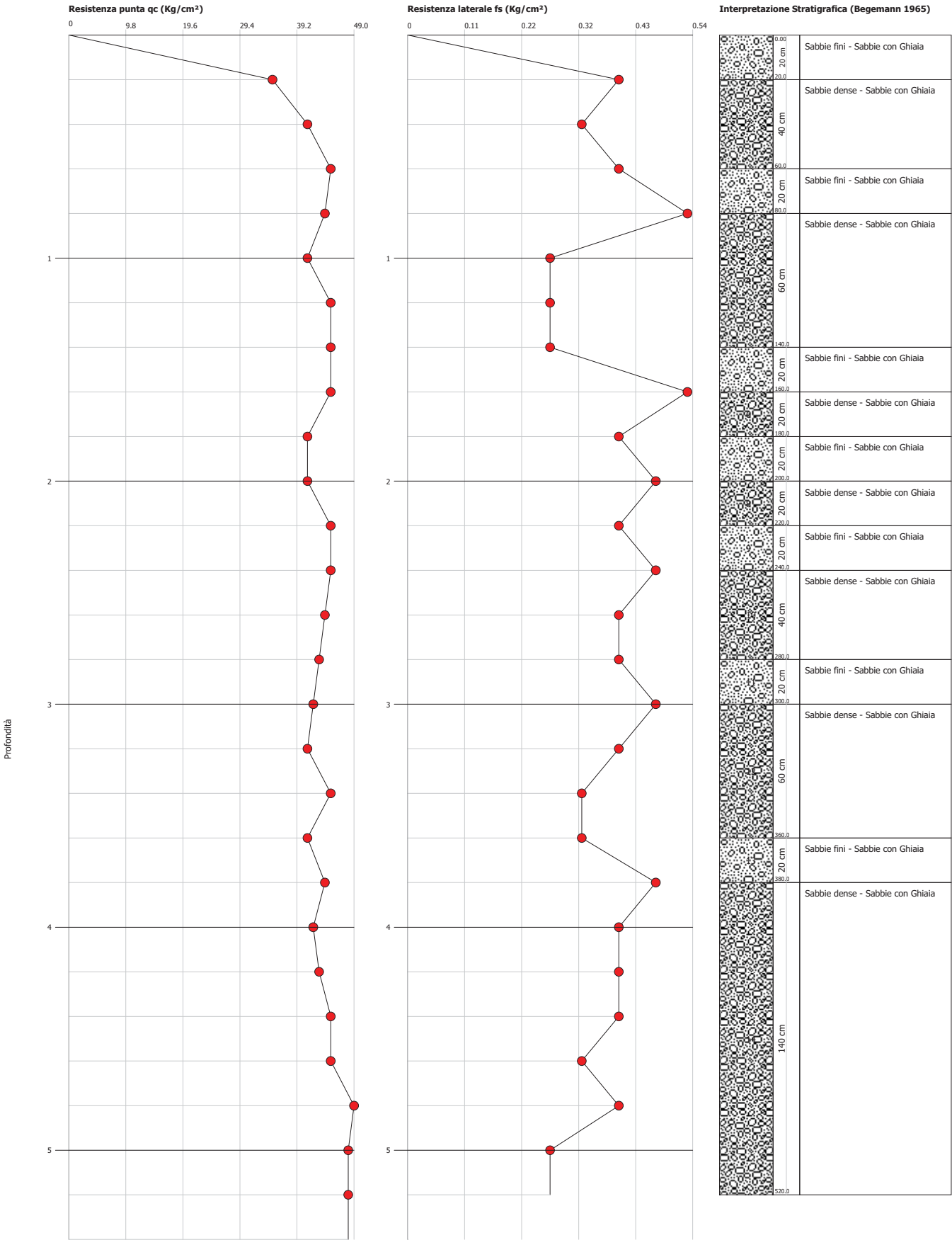


Probe CPT - Cone Penetration Ps9  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Concise Consorzio Stabile società  
Cantiere : Realizzazione della rete fognaria di Triscina e colletta mento all'impianto di depurazione di via Errante Vecchia  
Località : Triscina

Data :03/07/2014

Scala 1:24





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S9

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.20	35.0	0.4	0.02	0.02	Larsson 1995	100.0
Strato 2	0.60	43.0	0.37	0.08	0.08	Larsson 1995	80.62
Strato 3	0.80	44.0	0.53	0.15	0.15	Larsson 1995	65.16
Strato 4	1.40	43.67	0.27	0.23	0.23	Larsson 1995	51.94
Strato 5	1.60	45.0	0.53	0.31	0.31	Larsson 1995	43.9
Strato 6	1.80	41.0	0.4	0.36	0.36	Larsson 1995	37.58
Strato 7	2.00	41.0	0.47	0.4	0.4	Larsson 1995	34.4
Strato 8	2.20	45.0	0.4	0.44	0.44	Larsson 1995	34.26
Strato 9	2.40	45.0	0.47	0.48	0.48	Larsson 1995	31.64
Strato 10	2.80	43.5	0.4	0.55	0.55	Larsson 1995	27.12
Strato 11	3.00	42.0	0.47	0.61	0.61	Larsson 1995	22.96
Strato 12	3.60	42.33	0.35	0.69	0.69	Larsson 1995	19.48
Strato 13	3.80	44.0	0.47	0.78	0.78	Larsson 1995	17.34
Strato 14	5.20	45.71	0.35	0.95	0.95	Larsson 1995	12.82

##### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.20	35.0	0.4	0.02	0.02	Meyerhof 1951	32.72
Strato 2	0.60	43.0	0.37	0.08	0.08	Meyerhof 1951	36.31
Strato 3	0.80	44.0	0.53	0.15	0.15	Meyerhof 1951	36.76
Strato 4	1.40	43.67	0.27	0.23	0.23	Meyerhof 1951	36.61
Strato 5	1.60	45.0	0.53	0.31	0.31	Meyerhof 1951	37.2
Strato 6	1.80	41.0	0.4	0.36	0.36	Meyerhof 1951	35.41
Strato 7	2.00	41.0	0.47	0.4	0.4	Meyerhof 1951	35.41
Strato 8	2.20	45.0	0.4	0.44	0.44	Meyerhof 1951	37.2
Strato 9	2.40	45.0	0.47	0.48	0.48	Meyerhof	37.2



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S9

						1951	
Strato 10	2.80	43.5	0.4	0.55	0.55	Meyerhof 1951	36.53
Strato 11	3.00	42.0	0.47	0.61	0.61	Meyerhof 1951	35.86
Strato 12	3.60	42.33	0.35	0.69	0.69	Meyerhof 1951	36.01
Strato 13	3.80	44.0	0.47	0.78	0.78	Meyerhof 1951	36.76
Strato 14	5.20	45.71	0.35	0.95	0.95	Meyerhof 1951	37.52

#### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.4	0.02	0.02	Robertson & Campanella 1983	70.0
Strato 2	0.60	43.0	0.37	0.08	0.08	Robertson & Campanella 1983	86.0
Strato 3	0.80	44.0	0.53	0.15	0.15	Robertson & Campanella 1983	88.0
Strato 4	1.40	43.67	0.27	0.23	0.23	Robertson & Campanella 1983	87.34
Strato 5	1.60	45.0	0.53	0.31	0.31	Robertson & Campanella 1983	90.0
Strato 6	1.80	41.0	0.4	0.36	0.36	Robertson & Campanella 1983	82.0
Strato 7	2.00	41.0	0.47	0.4	0.4	Robertson & Campanella 1983	82.0
Strato 8	2.20	45.0	0.4	0.44	0.44	Robertson & Campanella 1983	90.0
Strato 9	2.40	45.0	0.47	0.48	0.48	Robertson & Campanella 1983	90.0
Strato 10	2.80	43.5	0.4	0.55	0.55	Robertson &	87.0



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S9

						Campanella 1983	
Strato 11	3.00	42.0	0.47	0.61	0.61	Robertson & Campanella 1983	84.0
Strato 12	3.60	42.33	0.35	0.69	0.69	Robertson & Campanella 1983	84.66
Strato 13	3.80	44.0	0.47	0.78	0.78	Robertson & Campanella 1983	88.0
Strato 14	5.20	45.71	0.35	0.95	0.95	Robertson & Campanella 1983	91.42

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.4	0.02	0.02	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	137.29
Strato 2	0.60	43.0	0.37	0.08	0.08	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	168.67
Strato 3	0.80	44.0	0.53	0.15	0.15	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	172.6
Strato 4	1.40	43.67	0.27	0.23	0.23	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	171.3
Strato 5	1.60	45.0	0.53	0.31	0.31	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	176.52
Strato 6	1.80	41.0	0.4	0.36	0.36	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	160.83
Strato 7	2.00	41.0	0.47	0.4	0.4	Lunne-Christo	160.83



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S9

						ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	
Strato 8	2.20	45.0	0.4	0.44	0.44	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	176.52
Strato 9	2.40	45.0	0.47	0.48	0.48	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	176.52
Strato 10	2.80	43.5	0.4	0.55	0.55	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	170.64
Strato 11	3.00	42.0	0.47	0.61	0.61	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	164.75
Strato 12	3.60	42.33	0.35	0.69	0.69	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	166.05
Strato 13	3.80	44.0	0.47	0.78	0.78	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	172.6
Strato 14	5.20	45.71	0.35	0.95	0.95	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	179.3

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.4	0.02	0.02	Imai & Tomauchi	245.8
Strato 2	0.60	43.0	0.37	0.08	0.08	Imai & Tomauchi	278.75
Strato 3	0.80	44.0	0.53	0.15	0.15	Imai & Tomauchi	282.69
Strato 4	1.40	43.67	0.27	0.23	0.23	Imai & Tomauchi	281.39



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S9

Strato 5	1.60	45.0	0.53	0.31	0.31	Imai & Tomauchi	286.6
Strato 6	1.80	41.0	0.4	0.36	0.36	Imai & Tomauchi	270.75
Strato 7	2.00	41.0	0.47	0.4	0.4	Imai & Tomauchi	270.75
Strato 8	2.20	45.0	0.4	0.44	0.44	Imai & Tomauchi	286.6
Strato 9	2.40	45.0	0.47	0.48	0.48	Imai & Tomauchi	286.6
Strato 10	2.80	43.5	0.4	0.55	0.55	Imai & Tomauchi	280.72
Strato 11	3.00	42.0	0.47	0.61	0.61	Imai & Tomauchi	274.77
Strato 12	3.60	42.33	0.35	0.69	0.69	Imai & Tomauchi	276.08
Strato 13	3.80	44.0	0.47	0.78	0.78	Imai & Tomauchi	282.69
Strato 14	5.20	45.71	0.35	0.95	0.95	Imai & Tomauchi	289.35

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.20	35.0	0.4	0.02	0.02	Stress-History	>9
Strato 2	0.60	43.0	0.37	0.08	0.08	Stress-History	>9
Strato 3	0.80	44.0	0.53	0.15	0.15	Stress-History	6.99
Strato 4	1.40	43.67	0.27	0.23	0.23	Stress-History	4.41
Strato 5	1.60	45.0	0.53	0.31	0.31	Stress-History	3.33
Strato 6	1.80	41.0	0.4	0.36	0.36	Stress-History	2.67
Strato 7	2.00	41.0	0.47	0.4	0.4	Stress-History	2.39
Strato 8	2.20	45.0	0.4	0.44	0.44	Stress-History	2.38
Strato 9	2.40	45.0	0.47	0.48	0.48	Stress-History	2.17
Strato 10	2.80	43.5	0.4	0.55	0.55	Stress-History	1.85
Strato 11	3.00	42.0	0.47	0.61	0.61	Stress-History	1.6
Strato 12	3.60	42.33	0.35	0.69	0.69	Stress-History	1.42
Strato 13	3.80	44.0	0.47	0.78	0.78	Stress-History	1.32
Strato 14	5.20	45.71	0.35	0.95	0.95	Stress-History	1.12





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S9

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	0.20	35.0	0.4	0.02	0.02	Kulhawy-May ne (1990)	0.00
Strato 2	0.60	43.0	0.37	0.08	0.08	Kulhawy-May ne (1990)	0.00
Strato 3	0.80	44.0	0.53	0.15	0.15	Kulhawy-May ne (1990)	1.24
Strato 4	1.40	43.67	0.27	0.23	0.23	Kulhawy-May ne (1990)	0.92
Strato 5	1.60	45.0	0.53	0.31	0.31	Kulhawy-May ne (1990)	0.76
Strato 6	1.80	41.0	0.4	0.36	0.36	Kulhawy-May ne (1990)	0.66
Strato 7	2.00	41.0	0.47	0.4	0.4	Kulhawy-May ne (1990)	0.62
Strato 8	2.20	45.0	0.4	0.44	0.44	Kulhawy-May ne (1990)	0.61
Strato 9	2.40	45.0	0.47	0.48	0.48	Kulhawy-May ne (1990)	0.58
Strato 10	2.80	43.5	0.4	0.55	0.55	Kulhawy-May ne (1990)	0.52
Strato 11	3.00	42.0	0.47	0.61	0.61	Kulhawy-May ne (1990)	0.48
Strato 12	3.60	42.33	0.35	0.69	0.69	Kulhawy-May ne (1990)	0.44
Strato 13	3.80	44.0	0.47	0.78	0.78	Kulhawy-May ne (1990)	0.42
Strato 14	5.20	45.71	0.35	0.95	0.95	Kulhawy-May ne (1990)	0.38

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	0.20	35.0	0.4	0.02	0.02	0.11615	0.0151
Strato 2	0.60	43.0	0.37	0.08	0.08	0.10971	0.01426
Strato 3	0.80	44.0	0.53	0.15	0.15	0.10906	0.01418
Strato 4	1.40	43.67	0.27	0.23	0.23	0.10927	0.0142
Strato 5	1.60	45.0	0.53	0.31	0.31	0.10843	0.0141
Strato 6	1.80	41.0	0.4	0.36	0.36	0.1111	0.01444



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S9

Strato 7	2.00	41.0	0.47	0.4	0.4	0.1111	0.01444
Strato 8	2.20	45.0	0.4	0.44	0.44	0.10843	0.0141
Strato 9	2.40	45.0	0.47	0.48	0.48	0.10843	0.0141
Strato 10	2.80	43.5	0.4	0.55	0.55	0.10938	0.01422
Strato 11	3.00	42.0	0.47	0.61	0.61	0.11039	0.01435
Strato 12	3.60	42.33	0.35	0.69	0.69	0.11016	0.01432
Strato 13	3.80	44.0	0.47	0.78	0.78	0.10906	0.01418
Strato 14	5.20	45.71	0.35	0.95	0.95	0.10801	0.01404

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.4	0.02	0.02	Meyerhof	1.9
Strato 2	0.60	43.0	0.37	0.08	0.08	Meyerhof	1.9
Strato 3	0.80	44.0	0.53	0.15	0.15	Meyerhof	1.9
Strato 4	1.40	43.67	0.27	0.23	0.23	Meyerhof	1.9
Strato 5	1.60	45.0	0.53	0.31	0.31	Meyerhof	1.9
Strato 6	1.80	41.0	0.4	0.36	0.36	Meyerhof	1.9
Strato 7	2.00	41.0	0.47	0.4	0.4	Meyerhof	1.9
Strato 8	2.20	45.0	0.4	0.44	0.44	Meyerhof	1.9
Strato 9	2.40	45.0	0.47	0.48	0.48	Meyerhof	1.9
Strato 10	2.80	43.5	0.4	0.55	0.55	Meyerhof	1.9
Strato 11	3.00	42.0	0.47	0.61	0.61	Meyerhof	1.9
Strato 12	3.60	42.33	0.35	0.69	0.69	Meyerhof	1.9
Strato 13	3.80	44.0	0.47	0.78	0.78	Meyerhof	1.9
Strato 14	5.20	45.71	0.35	0.95	0.95	Meyerhof	1.9

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.4		0.02	Meyerhof	2.2
Strato 2	0.60	43.0	0.37		0.08	Meyerhof	2.2
Strato 3	0.80	44.0	0.53		0.15	Meyerhof	2.2
Strato 4	1.40	43.67	0.27		0.23	Meyerhof	2.2
Strato 5	1.60	45.0	0.53		0.31	Meyerhof	2.2
Strato 6	1.80	41.0	0.4		0.36	Meyerhof	2.2
Strato 7	2.00	41.0	0.47		0.4	Meyerhof	2.2
Strato 8	2.20	45.0	0.4		0.44	Meyerhof	2.2
Strato 9	2.40	45.0	0.47		0.48	Meyerhof	2.2
Strato 10	2.80	43.5	0.4		0.55	Meyerhof	2.2



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** *“PROCEDURA APERTA PER L’AFFIDAMENTO DELL’INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA “REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL’IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA”, NEL COMUNE DI CASTELVETRANO ”*

**Committente:** *CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE*

**Nome prova:** *CPT S9*

Strato 11	3.00	42.0	0.47		0.61	Meyerhof	2.2
Strato 12	3.60	42.33	0.35		0.69	Meyerhof	2.2
Strato 13	3.80	44.0	0.47		0.78	Meyerhof	2.2
Strato 14	5.20	45.71	0.35		0.95	Meyerhof	2.2



**SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE PENETROMETRICA ESEGUITA**

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>CPT</b>	<b>X</b>	<b>CPTU</b>	<b>CPTU + DISSIPAZIONE</b>			
Nome stendimento	PROVA N. 10 – CPT S10						
Rapporto di prova n.	53/2014 – CPT 10						
Ubicazione	VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA						
Strumento utilizzato	PENETROMETRO STATICO PAGANI TG 63-200 STATICO						
Operatore	Dott. Geol. A. Ardagna - Dott. Geol. A. Mendolia						
Data Esecuzione Prove	02/07/2014						
Profondità raggiunta	4.2 m p.c.						
Eseguito prescavo esplorativo	no						
Rifiuto oltre profondità di penetrazione ultima	si						
Ancoraggio strumento	Aste elicoidali - ancoraggio 4.00 metri p.c.						
Punta utilizzata	Meccanica - Begemann						
Sistema di lettura	Cella di carico AEP 20 ton collegata a datalogger Pagani						
Programma utilizzato per acquisizione	Manuale su minuta cartacea						
Programma utilizzato per elaborazione dati	Static probing- Geostru software						
Allegati al presente documento	<b>Rapporto di prova n. 53/2014 – CPT 10</b>						

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

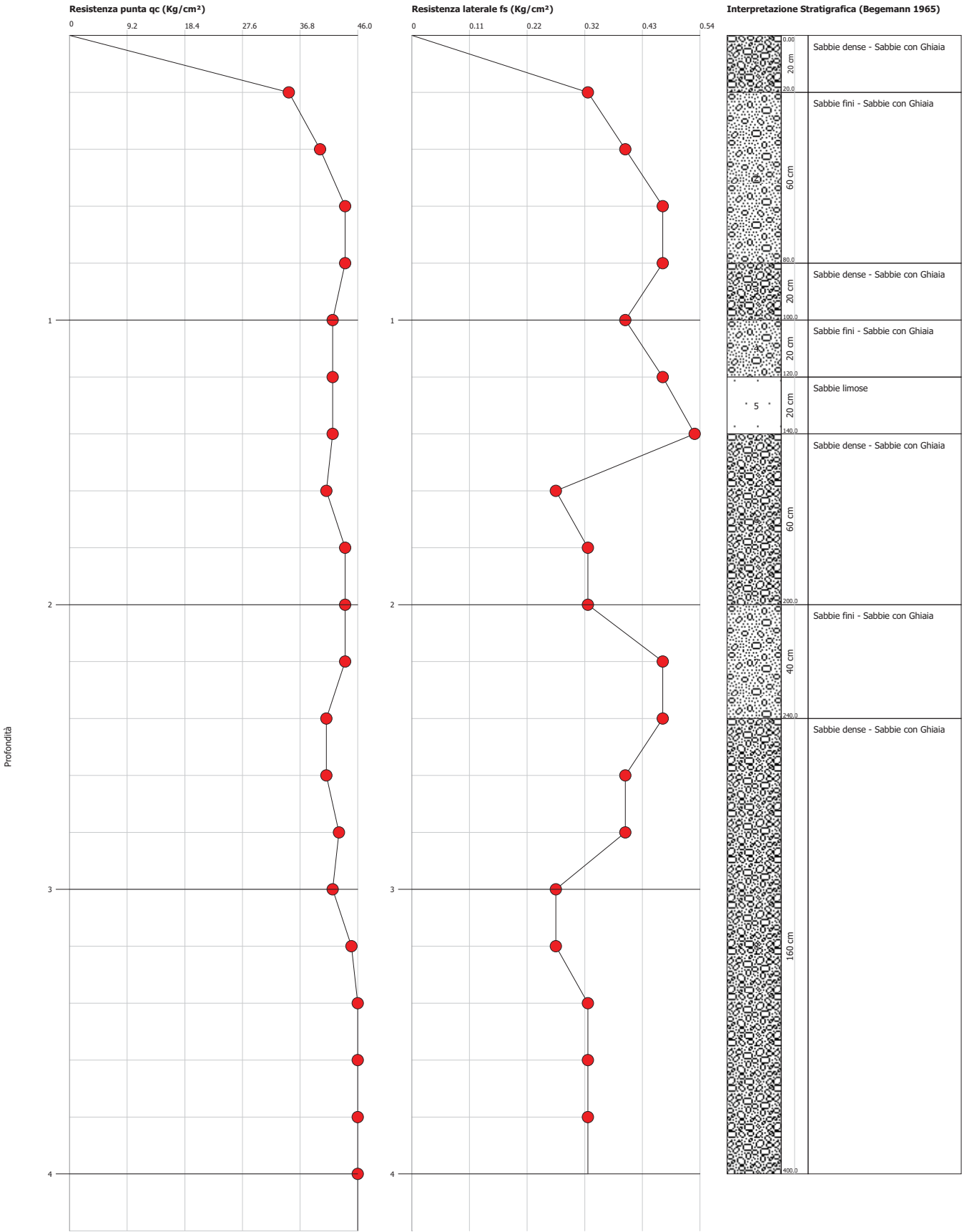


Probe CPT - Cone Penetration Ps10  
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)  
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Concise Consorzio Stabile società  
Cantiere : Realizzazione della rete fognaria di Triscina e colletta mento all'impianto di depurazione di via Errante Vecchia  
Località : Triscina

Data :03/07/2014

Scala 1:19





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S10

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.20	35.0	0.33	0.02	0.02	Larsson 1995	100.0
Strato 2	0.80	42.67	0.45	0.1	0.1	Larsson 1995	73.95
Strato 3	1.00	42.0	0.4	0.19	0.19	Larsson 1995	56.57
Strato 4	1.20	42.0	0.47	0.23	0.23	Larsson 1995	50.8
Strato 5	1.40	42.0	0.53	0.27	0.27	Larsson 1995	46.0
Strato 6	2.00	43.0	0.31	0.36	0.36	Larsson 1995	38.99
Strato 7	2.40	42.5	0.47	0.46	0.46	Larsson 1995	31.24
Strato 8	4.00	44.38	0.33	0.67	0.67	Larsson 1995	21.76

##### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.20	35.0	0.33	0.02	0.02	Meyerhof 1951	32.72
Strato 2	0.80	42.67	0.45	0.1	0.1	Meyerhof 1951	36.16
Strato 3	1.00	42.0	0.4	0.19	0.19	Meyerhof 1951	35.86
Strato 4	1.20	42.0	0.47	0.23	0.23	Meyerhof 1951	35.86
Strato 5	1.40	42.0	0.53	0.27	0.27	Meyerhof 1951	35.86
Strato 6	2.00	43.0	0.31	0.36	0.36	Meyerhof 1951	36.31
Strato 7	2.40	42.5	0.47	0.46	0.46	Meyerhof 1951	36.08
Strato 8	4.00	44.38	0.33	0.67	0.67	Meyerhof 1951	36.93



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S10

#### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.33	0.02	0.02	Robertson & Campanella 1983	70.0
Strato 2	0.80	42.67	0.45	0.1	0.1	Robertson & Campanella 1983	85.34
Strato 3	1.00	42.0	0.4	0.19	0.19	Robertson & Campanella 1983	84.0
Strato 4	1.20	42.0	0.47	0.23	0.23	Robertson & Campanella 1983	84.0
Strato 5	1.40	42.0	0.53	0.27	0.27	Robertson & Campanella 1983	84.0
Strato 6	2.00	43.0	0.31	0.36	0.36	Robertson & Campanella 1983	86.0
Strato 7	2.40	42.5	0.47	0.46	0.46	Robertson & Campanella 1983	85.0
Strato 8	4.00	44.38	0.33	0.67	0.67	Robertson & Campanella 1983	88.76

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.33	0.02	0.02	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	137.29
Strato 2	0.80	42.67	0.45	0.1	0.1	Lunne-Christo ffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	167.38
Strato 3	1.00	42.0	0.4	0.19	0.19	Lunne-Christo ffersen 1983 -	164.75





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S10

						Robertson and Powell 1997	
Strato 4	1.20	42.0	0.47	0.23	0.23	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	164.75
Strato 5	1.40	42.0	0.53	0.27	0.27	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	164.75
Strato 6	2.00	43.0	0.31	0.36	0.36	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	168.67
Strato 7	2.40	42.5	0.47	0.46	0.46	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	166.71
Strato 8	4.00	44.38	0.33	0.67	0.67	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	174.09

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.33	0.02	0.02	Imai & Tomauchi	245.8
Strato 2	0.80	42.67	0.45	0.1	0.1	Imai & Tomauchi	277.44
Strato 3	1.00	42.0	0.4	0.19	0.19	Imai & Tomauchi	274.77
Strato 4	1.20	42.0	0.47	0.23	0.23	Imai & Tomauchi	274.77
Strato 5	1.40	42.0	0.53	0.27	0.27	Imai & Tomauchi	274.77
Strato 6	2.00	43.0	0.31	0.36	0.36	Imai & Tomauchi	278.75
Strato 7	2.40	42.5	0.47	0.46	0.46	Imai & Tomauchi	276.76
Strato 8	4.00	44.38	0.33	0.67	0.67	Imai & Tomauchi	284.18



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S10

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.20	35.0	0.33	0.02	0.02	Stress-History	>9
Strato 2	0.80	42.67	0.45	0.1	0.1	Stress-History	>9
Strato 3	1.00	42.0	0.4	0.19	0.19	Stress-History	5.18
Strato 4	1.20	42.0	0.47	0.23	0.23	Stress-History	4.24
Strato 5	1.40	42.0	0.53	0.27	0.27	Stress-History	3.59
Strato 6	2.00	43.0	0.31	0.36	0.36	Stress-History	2.81
Strato 7	2.40	42.5	0.47	0.46	0.46	Stress-History	2.14
Strato 8	4.00	44.38	0.33	0.67	0.67	Stress-History	1.54

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	0.20	35.0	0.33	0.02	0.02	Kulhawy-Mayne (1990)	0.00
Strato 2	0.80	42.67	0.45	0.1	0.1	Kulhawy-Mayne (1990)	0.00
Strato 3	1.00	42.0	0.4	0.19	0.19	Kulhawy-Mayne (1990)	1.02
Strato 4	1.20	42.0	0.47	0.23	0.23	Kulhawy-Mayne (1990)	0.90
Strato 5	1.40	42.0	0.53	0.27	0.27	Kulhawy-Mayne (1990)	0.80
Strato 6	2.00	43.0	0.31	0.36	0.36	Kulhawy-Mayne (1990)	0.69
Strato 7	2.40	42.5	0.47	0.46	0.46	Kulhawy-Mayne (1990)	0.57
Strato 8	4.00	44.38	0.33	0.67	0.67	Kulhawy-Mayne (1990)	0.46

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	0.20	35.0	0.33	0.02	0.02	0.11615	0.0151
Strato 2	0.80	42.67	0.45	0.1	0.1	0.10993	0.01429
Strato 3	1.00	42.0	0.4	0.19	0.19	0.11039	0.01435
Strato 4	1.20	42.0	0.47	0.23	0.23	0.11039	0.01435



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

**Oggetto:** "PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTA MENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO "

**Committente:** CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE

**Nome prova:** CPT S10

Strato 5	1.40	42.0	0.53	0.27	0.27	0.11039	0.01435
Strato 6	2.00	43.0	0.31	0.36	0.36	0.10971	0.01426
Strato 7	2.40	42.5	0.47	0.46	0.46	0.11004	0.01431
Strato 8	4.00	44.38	0.33	0.67	0.67	0.10882	0.01415

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.33	0.02	0.02	Meyerhof	1.9
Strato 2	0.80	42.67	0.45	0.1	0.1	Meyerhof	1.9
Strato 3	1.00	42.0	0.4	0.19	0.19	Meyerhof	1.9
Strato 4	1.20	42.0	0.47	0.23	0.23	Meyerhof	1.9
Strato 5	1.40	42.0	0.53	0.27	0.27	Meyerhof	1.9
Strato 6	2.00	43.0	0.31	0.36	0.36	Meyerhof	1.9
Strato 7	2.40	42.5	0.47	0.46	0.46	Meyerhof	1.9
Strato 8	4.00	44.38	0.33	0.67	0.67	Meyerhof	1.9

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.20	35.0	0.33		0.02	Meyerhof	2.2
Strato 2	0.80	42.67	0.45		0.1	Meyerhof	2.2
Strato 3	1.00	42.0	0.4		0.19	Meyerhof	2.2
Strato 4	1.20	42.0	0.47		0.23	Meyerhof	2.2
Strato 5	1.40	42.0	0.53		0.27	Meyerhof	2.2
Strato 6	2.00	43.0	0.31		0.36	Meyerhof	2.2
Strato 7	2.40	42.5	0.47		0.46	Meyerhof	2.2
Strato 8	4.00	44.38	0.33		0.67	Meyerhof	2.2

### 7.3. Rapporti di prova dell'indagine di sismica passiva





**OGGETTO: PROCEDURA APERTA PER L’AFFIDAMENTO DELL’INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA “REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL’IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA”, NEL COMUNE DI CASTELVETRANO**

**COMMITTENTE: CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE**

**SOCIETÀ ESECUTRICE: GEO3 S.A.S. DI A. ARDAGNA & C.  
TECNICO GEOLOGO: DOTT. GEOL. ANTONIO MENDOLIA**



## **INDAGINE SISMICA PASSIVA TROMOGRAFICA**



## INDICE

**Premessa**

***Metodologia sismica passiva eseguita con tromografo digitale TROMINO®***

***Strumentazione utilizzata***

***Interpretazione dei risultati ottenuti***

***Determinazione indiretta di alcune caratteristiche fisico  
tecniche del substrato nella zona indagata***

***Documentazione fotografica***

***Allegati:***

- **MODELLO INTERPRETATIVO STRATIGRAFICO CON RELATIVA ELABORAZIONE DEL  
PARAMETRO Vs30;**
- **UBICAZIONE SU STRALCIO AEREO FOTOGRAMMETRICO (FONTE GOOGLE EARTH)**

## ***PREMESSA***

Nell'ambito della **"PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO"** il committente **CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE**, ha incaricato la **SOCIETÀ' GEO3 S.A.S. DI A. ARDAGNA & C.** per la consulenza circa gli aspetti geofisici nell'area sede dello studio sopra menzionato.

Le considerazioni riportate di seguito sono il risultato di un'indagine di sismica passiva attraverso analisi realizzata con tomografo elettronico digitale TROMINO® ai soli fini della determinazione delle caratteristiche elastiche del terreno ottenute dalla analisi spettrale delle componenti vibrazionali del terreno, ossia attraverso l'analisi dei rumori del terreno.

La campagna di indagine ha previsto l'esecuzione di un rilevamento su uno spazio temporale ben definito e su una superficie opportunamente predisposta.

La presente metodologia ha permesso di evidenziare quantitativamente le geometrie del substrato identificando discontinuità sismiche presenti legate a variazioni litologiche. Dalle tracce sismiche ottenute, attraverso un processo di elaborazione (trasformata in serie di Fourier del segnale sismico, pulitura di disturbi spontanei, ipotesi di modellizzazione inversa) si è individuata la frequenza di risonanza fondamentale del terreno, confrontata successivamente con i corrispettivi spettri di ampiezza dei segnali ai vari sensori al fine di ottenere un modello stratigrafico con relativo valore della velocità sismica delle onde di taglio ( $V_s$ ).

Ai sensi della Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, la definizione delle onde trasversali (S) ha permesso la determinazione del parametro  $V_{s30}$  e la caratterizzazione dei terreni ai sensi della suddetta normativa.

La restituzione dei dati, con relativa interpretazione del profilo sismico, è riportata di seguito.



## **METODOLOGIA SISMICA PASSIVA ESEGUITA CON TROMOGRAFO DIGITALE TROMINO®**

Le indagini geosismiche sono state realizzate avvalendosi del metodo sismico che utilizza l'acquisizione del rumore sismico di fondo come funzione di eccitazione.

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre, si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossime a quella delle onde S (vedi ad es. Lachet e Bard, 1994), il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione dalla velocità di queste ultime. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (Field e Jacob, 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Seht e Wohlenberg, 1999; Fah et al., 2001; solo per citarne alcune).

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Considerando un sistema in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità ( $\rho_1$  e  $\rho_2$ ) e le diverse velocità delle onde sismiche ( $V_1$  e  $V_2$ ), un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente ( $\lambda$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore  $H$  del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza ( $f_r$ ) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = V_{s1}/4H \quad (1)$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1, ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma è interpretabile attraverso opportuni fattori di correlazione.

L'analisi H/V permette pertanto di identificare i contrasti di impedenza tra strati, la successiva determinazione della velocità delle onde S fino a profondità notevoli (ben oltre i 100 m di profondità) e strettamente dipendenti dallo spazio temporale di acquisizione; quindi l'elaborazione del Vs30, avviene attraverso una formulazione specifica adottando come punto di partenza la relazione (1) mostrata in precedenza.

Per i nostri scopi, la determinazione delle onde di taglio (onde S) entro i primi 30 metri di spessore ha permesso di definire il parametro Vs30 e di poter altresì caratterizzare i terreni in esame ai sensi dell'Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003.

## **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Tromino®, Micromed SpA, 10 x 7 x 14 cm per 1 kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz.

## **INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI**

Dalle registrazioni del rumore sismico ambientale in campo libero, per una durata temporale pari a 20.00 minuti, sono state ricavate le curve H/V, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), utilizzando i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s;
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 5% della frequenza centrale;
- rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V.

Le ragioni per la scelta del lisciamento triangolare al posto del lisciamento Konno e Omachi (1998) proposto dalle linee guida SESAME (2005) risiedono nel fatto che quest'ultimo non dà alcuna differenza statisticamente rilevante rispetto al lisciamento triangolare, pertanto si è deciso di adottare il lisciamento più semplice.

Le ragioni per l'effettuazione della rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V e non sulla serie temporale delle tracce pre-analisi H/V sono spiegate per esempio in Castellaro e Mulargia (2008).

Nella fattispecie sono state eseguite n. 10 basi sismiche, o acquisizioni tromografiche che verranno descritti in dettaglio nel paragrafo successivo.

## **ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR1**

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti;

Il confronto dei picchi H/V a 31.47 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 31.47 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza.

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0.95 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=120$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 260 m/sec con spessore indefinito.

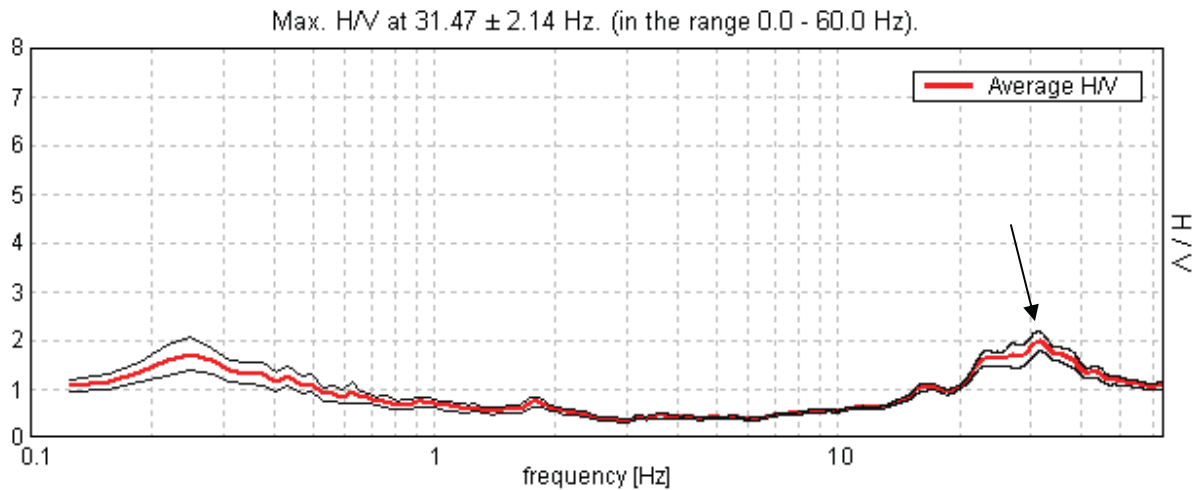


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati )

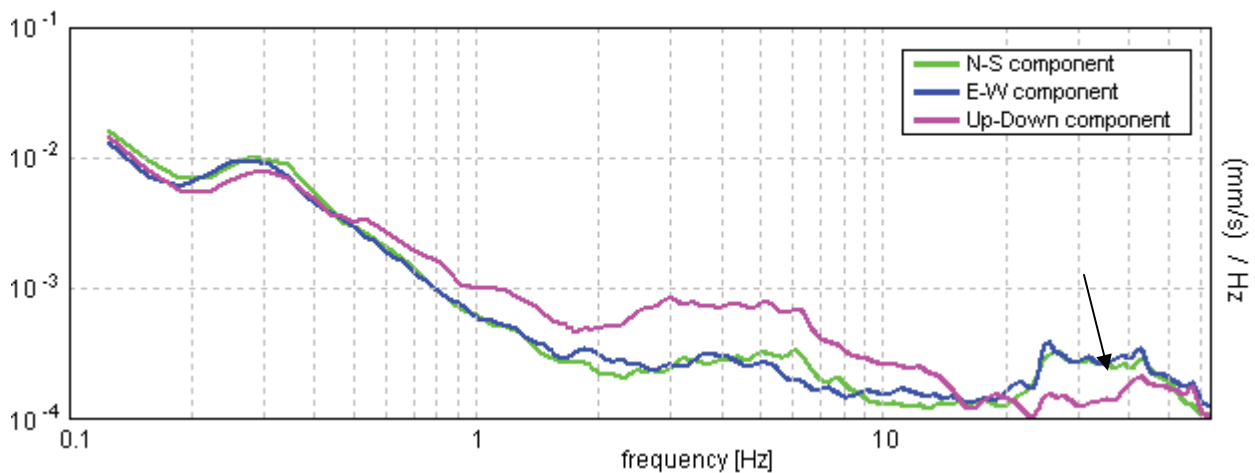


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

#### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRETTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di

risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR1**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.95	0.95	120
inf.	inf.	260

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 251 m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**Foto indagine tromografica TR1**

### ***ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR2***

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti;

Il confronto dei picchi H/V a 28.13 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 28.13 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza.

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 1.05 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=120$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 265 m/sec con spessore indefinito.

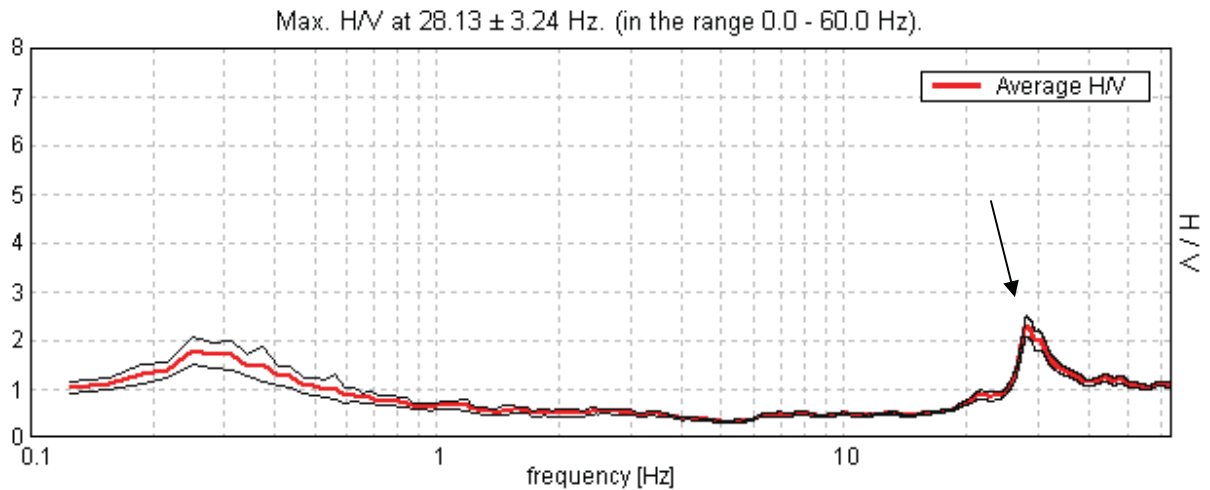


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati )

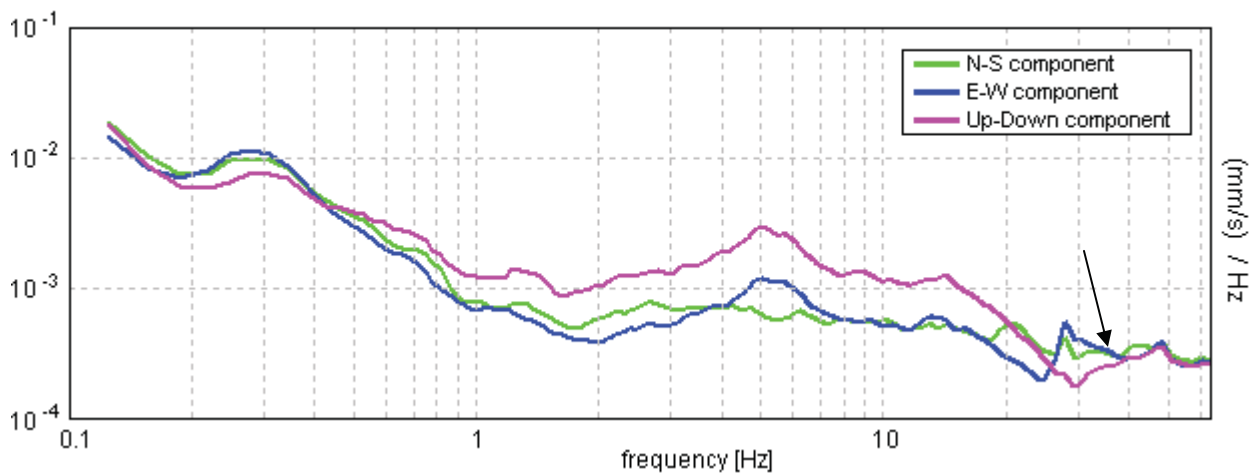


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

#### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRETTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di

risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR2**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.05	1.05	120
inf.	inf.	265

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 254 m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".



## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**Foto indagine tromografica TR2**

### ***ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR3***

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti; Il confronto dei picchi H/V a 38.12 Hz (di maggiore ampiezza) e 15.10 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 38.12 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 15.10 Hz .

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0.80 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=120\text{m/sec}$ ) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 270 m/sec con spessore pari a 3.65 m.

La terza ed ultima unità sismica, definita dal picco a 15.10 Hz, avente spessore indefinito, ha evidenziato una velocità di propagazione delle onde S pari a 400 m/sec.

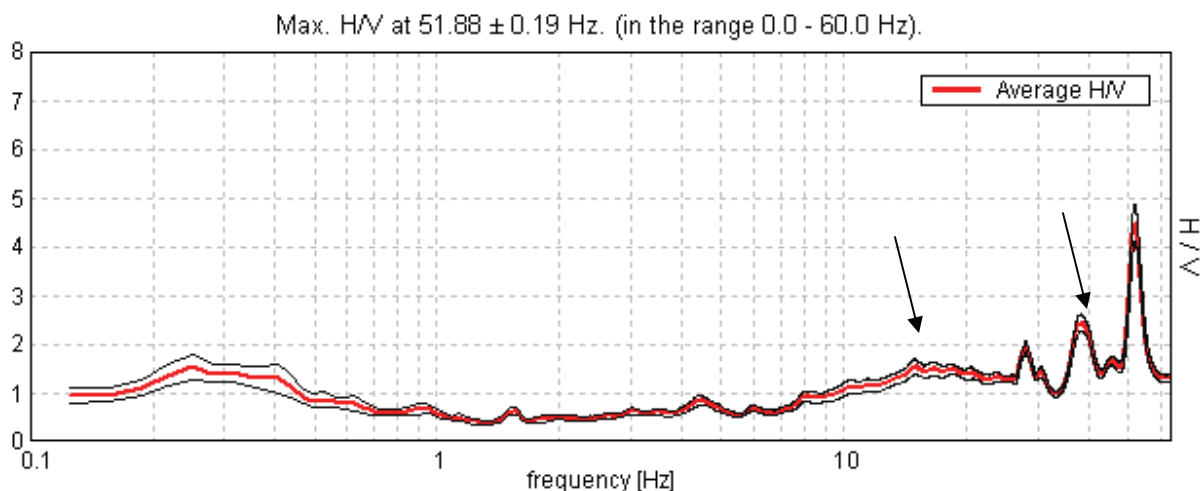


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati )

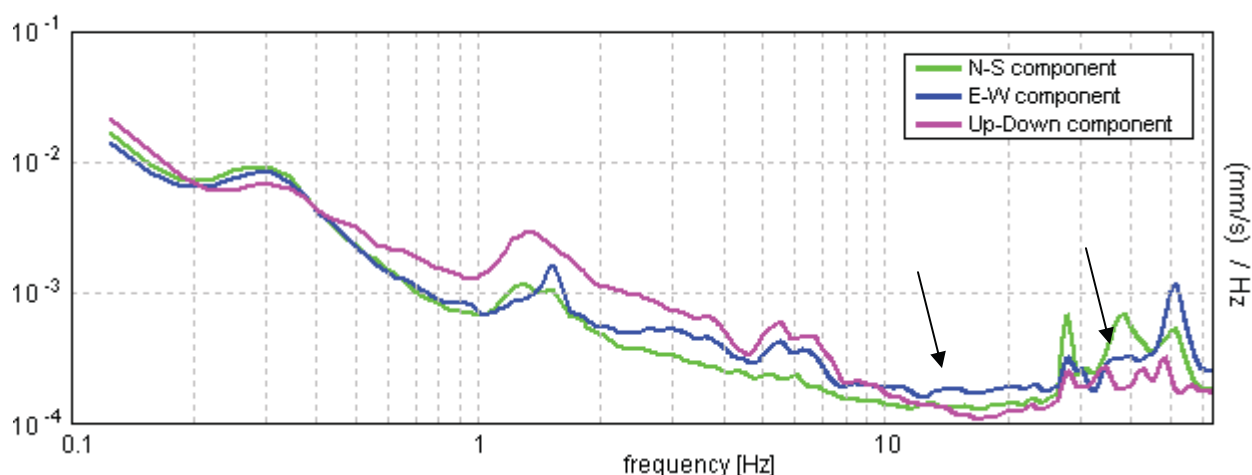


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

#### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRECTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza.

L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR3**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.80	0.80	120
4.45	3.65	270
inf.	inf.	400

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 357 m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**Foto indagine tromografica TR3**

### ***ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR4***

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti; Il confronto dei picchi H/V a 31.63 Hz (di maggiore ampiezza) e 14.44 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 31.63 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 14.44 Hz .

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 1.60 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=200\text{m/sec}$ ) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 280 m/sec con spessore pari a 3.25 m.

La terza ed ultima unità sismica, definita dal picco a 14.44 Hz, avente spessore indefinito, ha evidenziato una velocità di propagazione delle onde S pari a 320 m/sec.

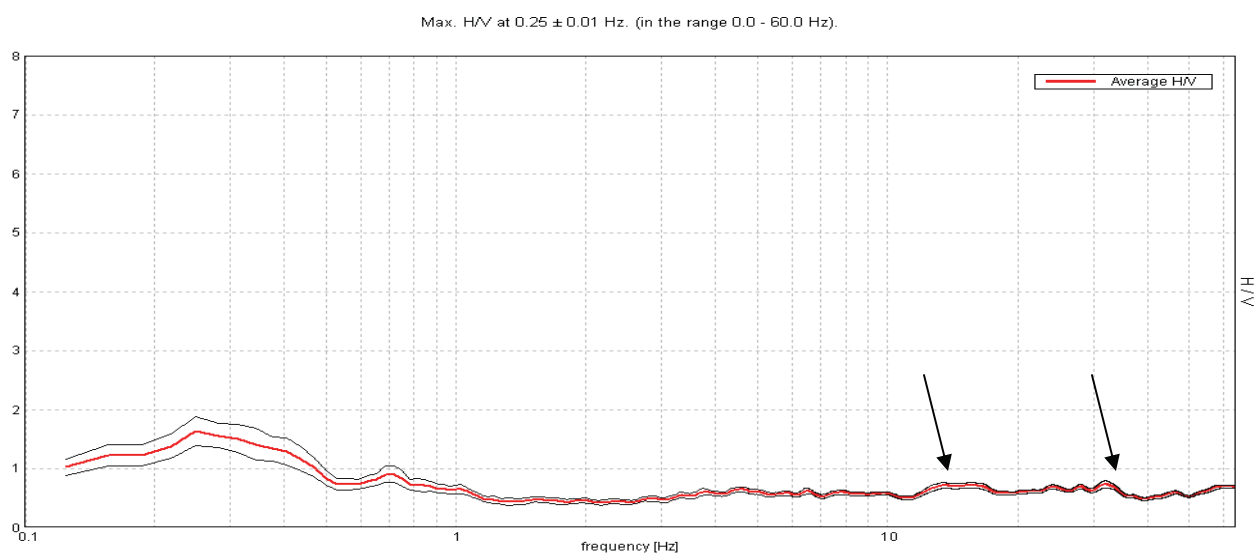


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati )

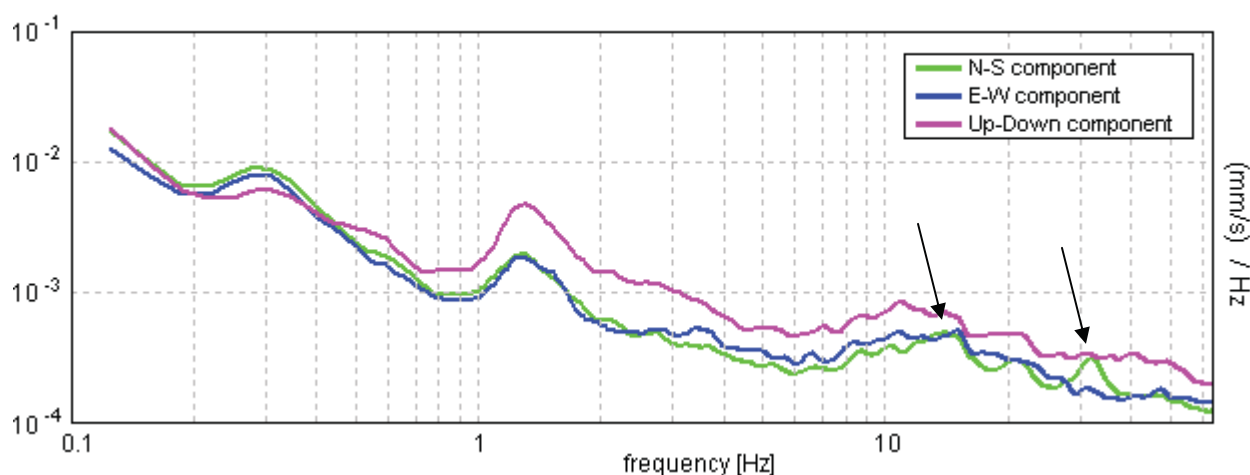


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRETTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza.

L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR4**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.60	1.60	200
4.85	3.25	280
inf.	inf.	320

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 305 m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".



## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**Foto indagine tromografica TR4**

### ***ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR5***

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti; Il confronto dei picchi H/V a 37.28 Hz (di maggiore ampiezza) e 13.91 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 37.28 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 13.91 Hz .

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0.90 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=135$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 260 m/sec con spessore pari a 3.80 m.



La terza ed ultima unità sismica, definita dal picco a 13.91 Hz, avente spessore indefinito, ha evidenziato una velocità di propagazione delle onde S pari a 350 m/sec.

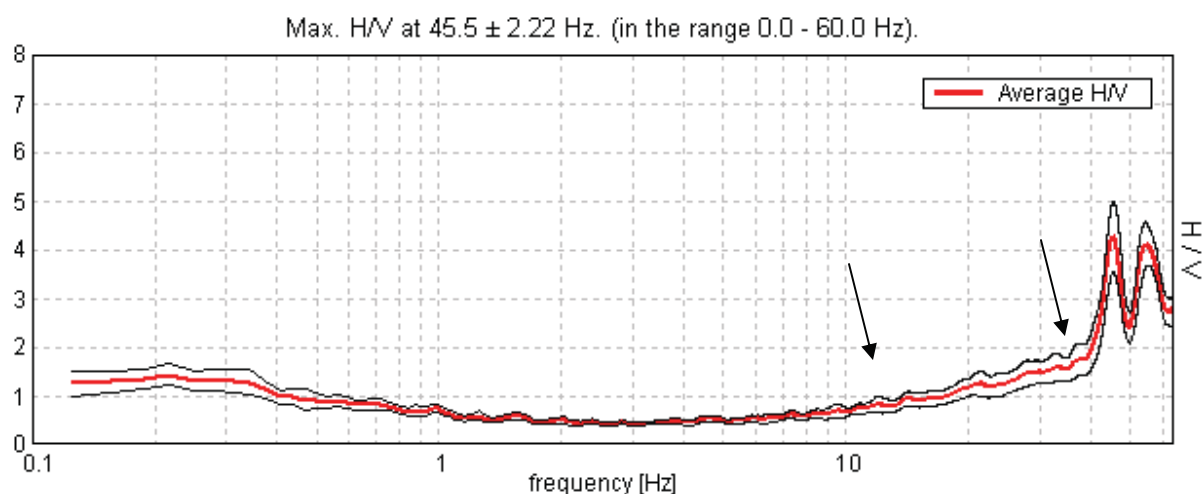


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

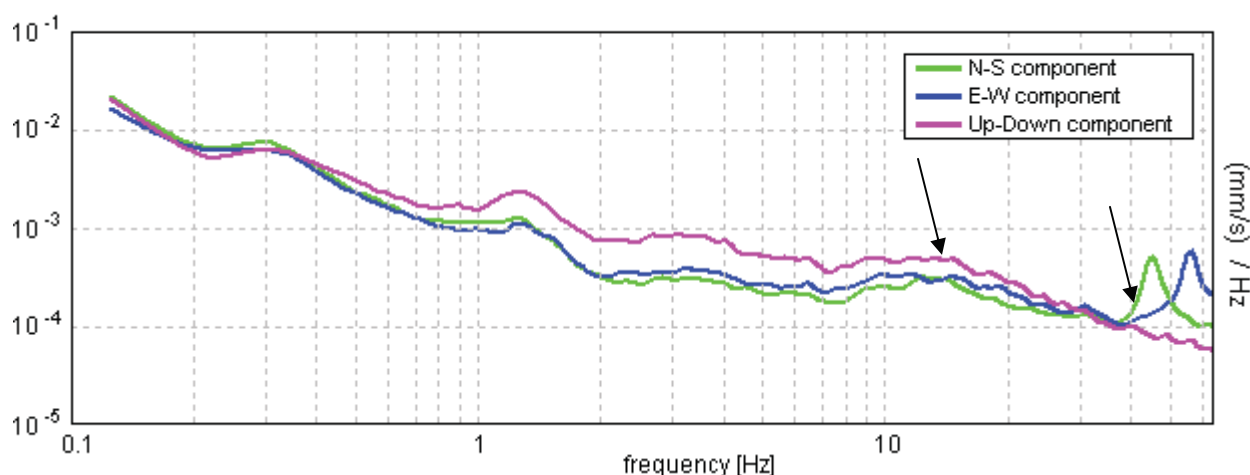


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

#### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRECTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza.

L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR5**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.90	0.90	135
4.70	3.80	260
inf.	inf.	350

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 321 m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Foto indagine tromografica TR5**

### ***ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR6***

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti; Il confronto dei picchi H/V a 37.70 Hz (di maggiore ampiezza) e 15.26 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 37.70 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 15.26 Hz .

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0.90 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=150$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 280 m/sec con spessore pari a 3.70 m.

La terza ed ultima unità sismica, definita dal picco a 15.26 Hz, avente spessore indefinito, ha evidenziato una velocità di propagazione delle onde S pari a 320 m/sec.

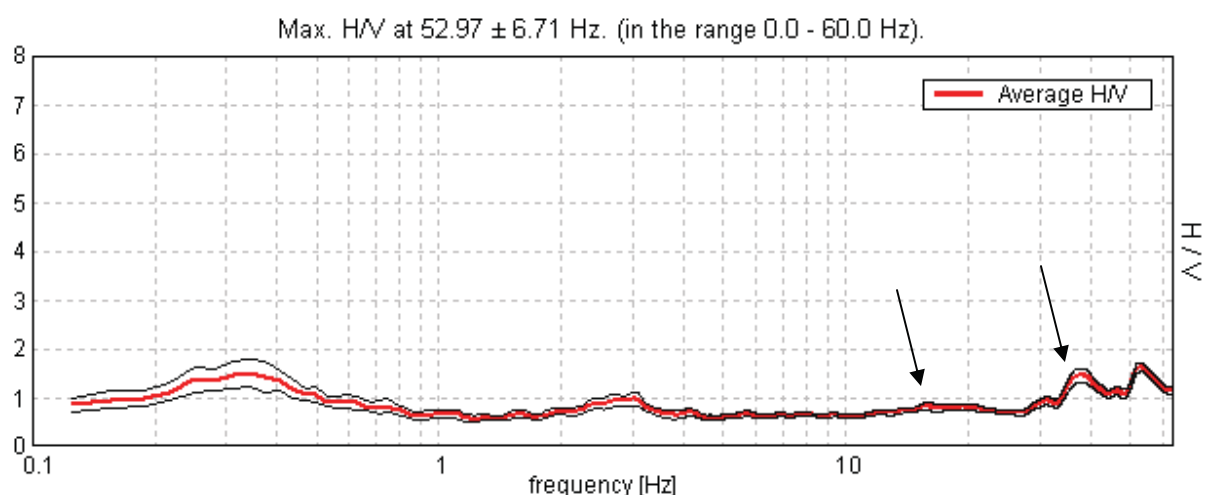


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati )

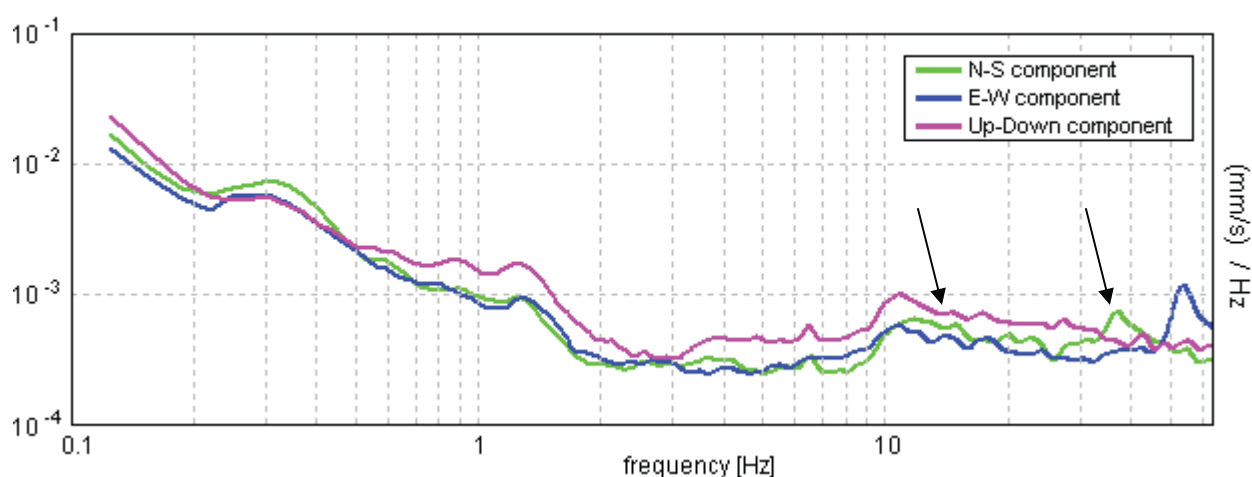


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

#### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRETTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di

risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR6**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.90	0.90	150
4.60	3.70	280
inf.	inf.	320

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 321 m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**Foto indagine tromografica TR6**

### ***ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR7***

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti; Il confronto dei picchi H/V a 25.69 Hz (di maggiore ampiezza) con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 25.69 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza.

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 1.55 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=180$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 310 m/sec con spessore indefinito.

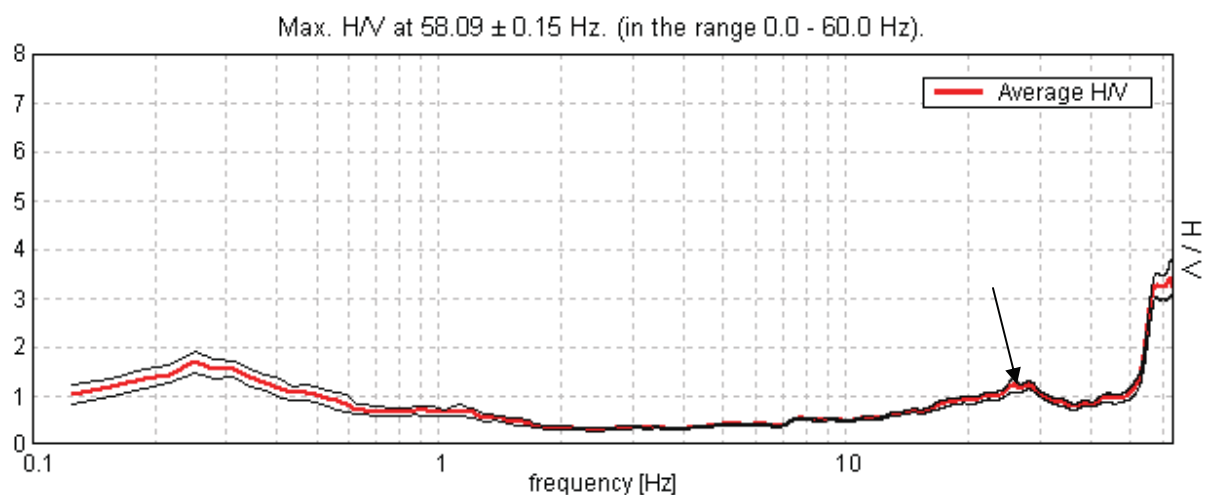


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati )

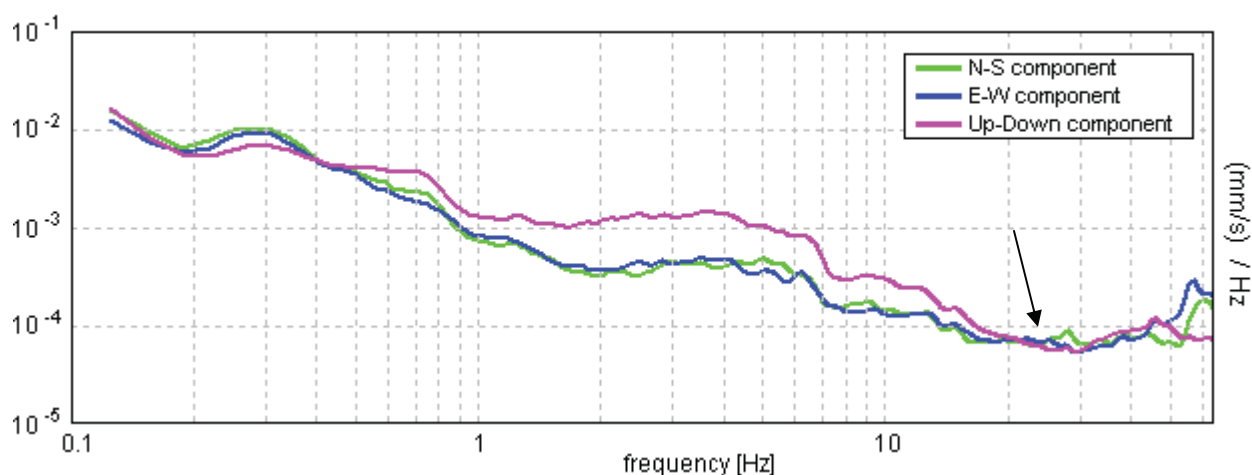


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

#### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRETTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di



risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR7**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.55	1.55	180
inf.	inf.	310

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 299 m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Foto indagine tromografica TR7**

### ***ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR8***

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti; Il confronto dei picchi H/V a 36.06Hz (di maggiore ampiezza) con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 36.06 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza.

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 1.10 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=165$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 345 m/sec con spessore indefinito.

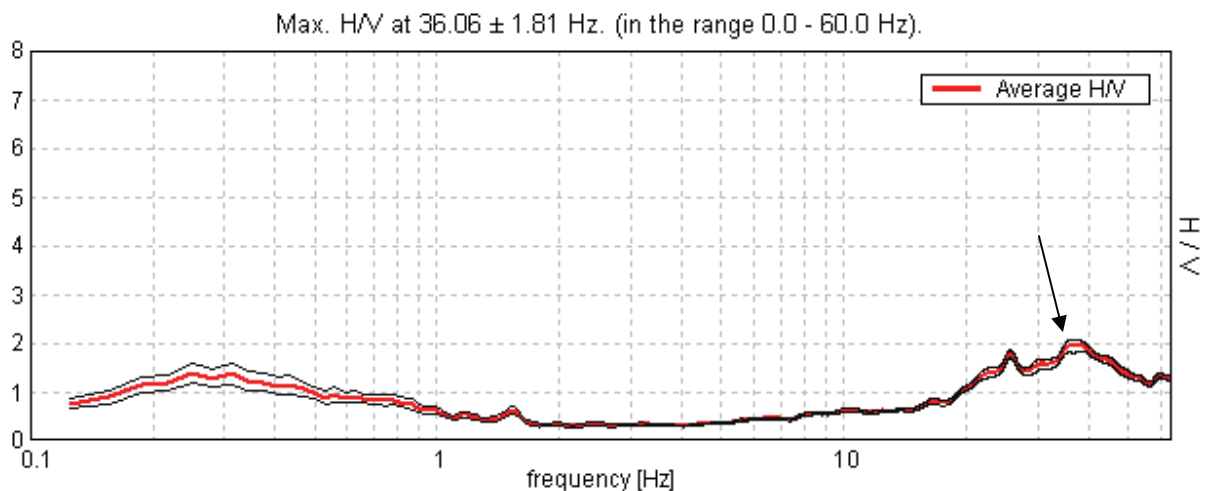


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati )

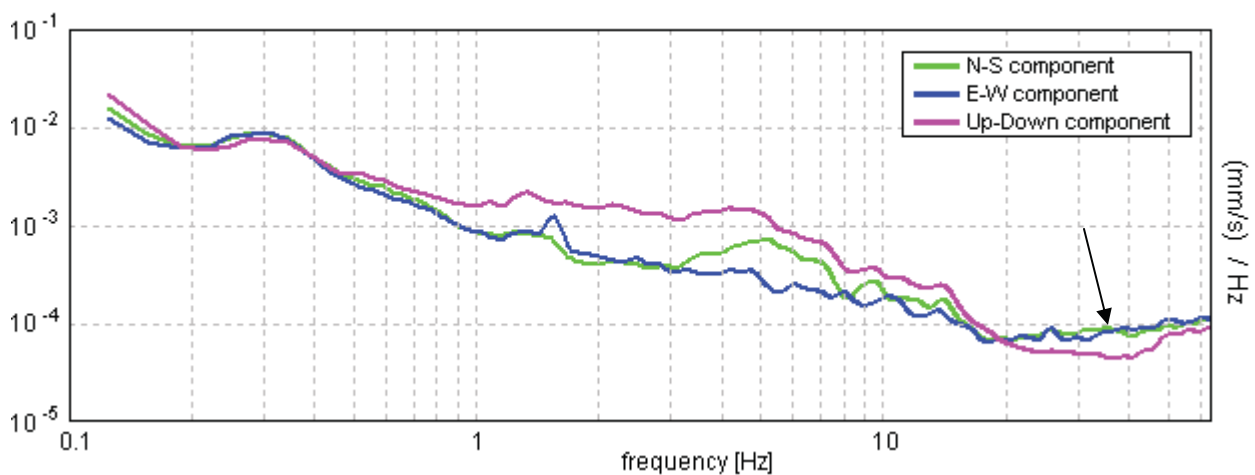


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

#### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRETTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di

risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR8**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.10	1.10	165
inf.	inf.	345

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 332 m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**Foto indagine tromografica TR8**

### ***ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR9***

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti; Il confronto dei picchi H/V a 40.28 Hz (di maggiore ampiezza) e 20.00 Hz con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 40.28 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V i picchi significativi interpretabili come discontinuità sismiche del sottosuolo sono stati individuati a circa 20.00 Hz .

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 0.75 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=120$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 220 m/sec con spessore pari a 2.00 m.

La terza ed ultima unità sismica, definita dal picco a 20.00 Hz, avente spessore indefinito, ha evidenziato una velocità di propagazione delle onde S pari a 345 m/sec.

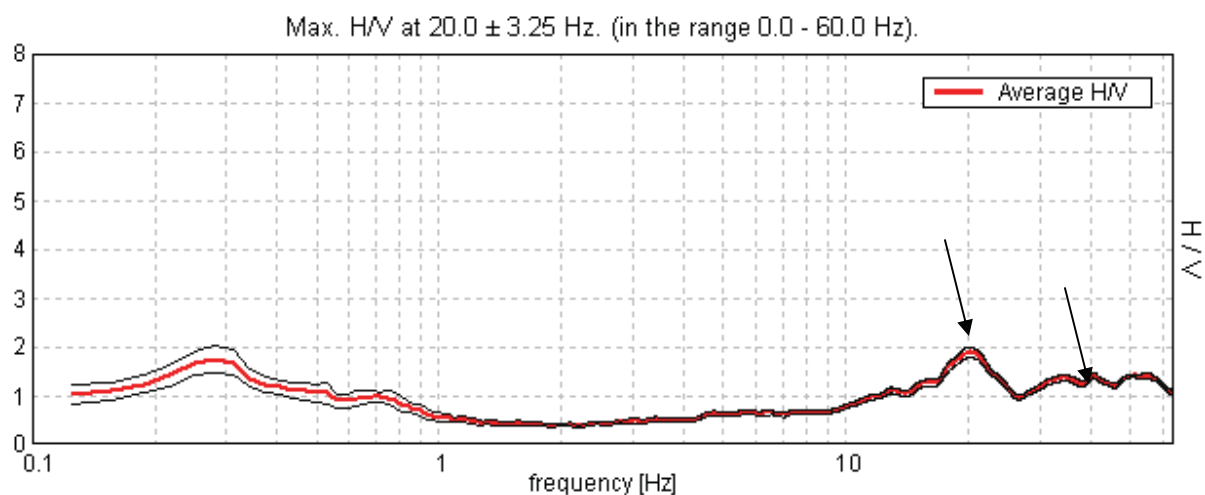


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati )

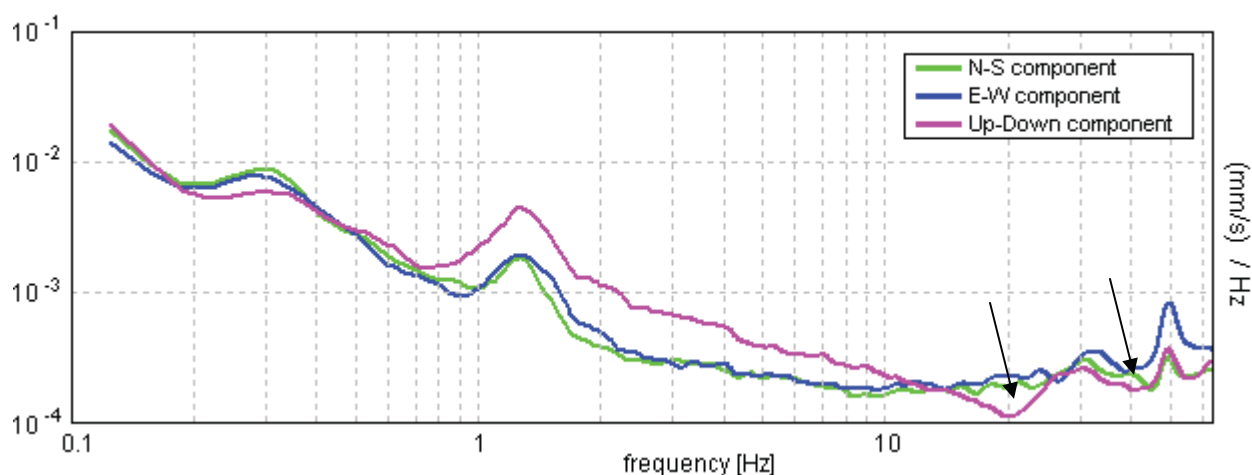


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

#### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRECTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di

risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR9**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.75	0.75	120
2.75	2.00	220
inf.	inf.	345

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 318m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Foto indagine tromografica TR9**

### ***ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA TR10***

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti; Il confronto dei picchi H/V a 34.66 Hz (di maggiore ampiezza) con gli spettri di ampiezza del segnale (fig.2) ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo; nelle misure si riconosce bene, nel picco a 34.66 Hz, la frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale di copertura sovrastanti il substrato a maggiore consistenza.

In ogni caso il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando le discontinuità litologiche presenti a 1.10 metri di profondità individuando il passaggio tra la porzione superficiale ( $V_s=150$  m/sec) e i terreni sottostanti aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 300 m/sec con spessore indefinito.

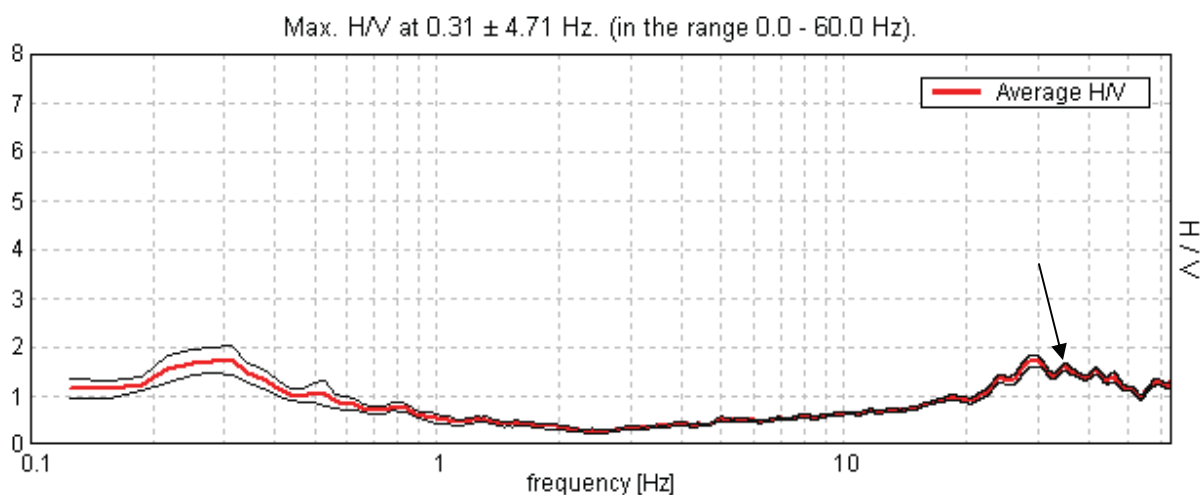


Fig. 1 - curva H/V ottenuta (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati )

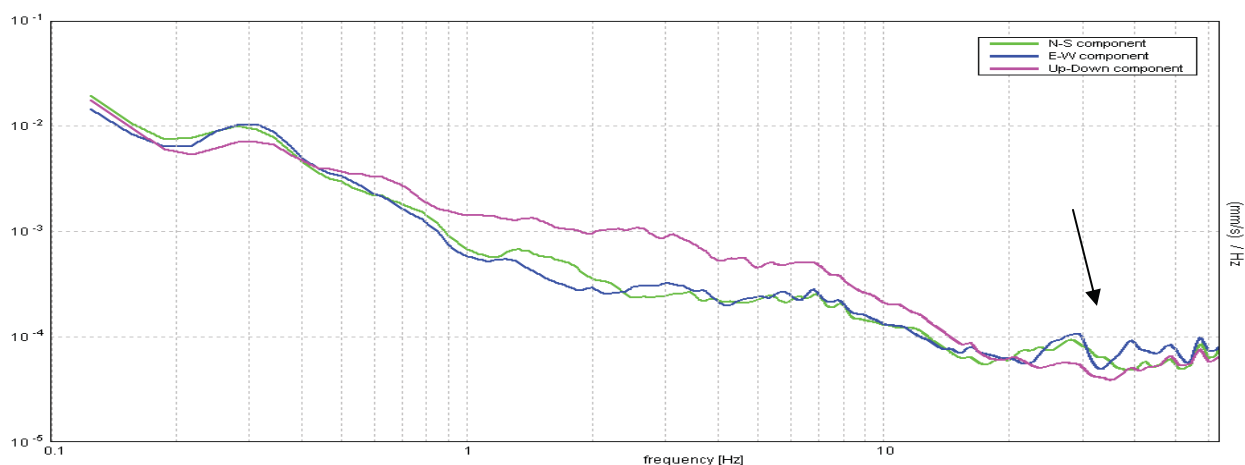


Fig. 2 – spettro di ampiezza del segnale analizzato (le frecce nere indicano i picchi significativi interpretati)

### **DETERMINAZIONE DIRETTA E INDIRECTA DI ALCUNE CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE DEL SUBSTRATO NELLA ZONA INDAGATA**

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato ( $V_{s30}$ ); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, Ordinanza 3274 – Nuova Normativa Antisismica del 20/03/2003, successivamente richiamata dal DM 14/01/2008, è stato possibile classificare tali terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza. L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di

risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di Vs30 attraverso la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

con:

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima

$N$  = Numero di strati

Il modelli interpretativi forniti hanno permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

#### **INDAGINE TROMOGRAFICA TR10**

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.10	1.10	150
inf.	inf.	300

**Il relativo valore di Vs30 ottenuto ha riportato il seguente risultato: Vs30 = 289 m/s**

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi dell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003, richiamata dal DM 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **CATEGORIA STRATIGRAFICA C** ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero  $15 < N_{stp,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u30} < 250$  KPa nei terreni a grana fine)".

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**Foto indagine tromografica TR 10**

ALLEGATI

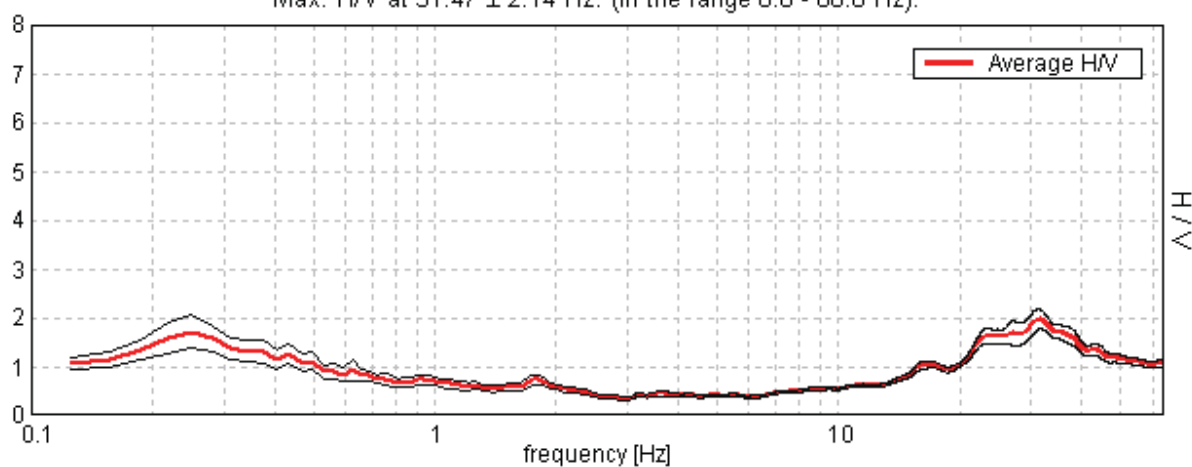
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR1

Start recording: 01/07/14 09:19:43      End recording: 01/07/14 09:39:44  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

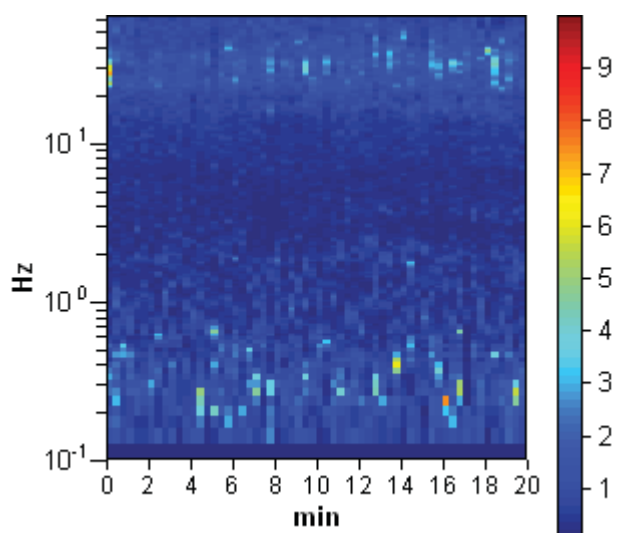
Trace length: 0h20'00".      Analysis performed on the entire trace.  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

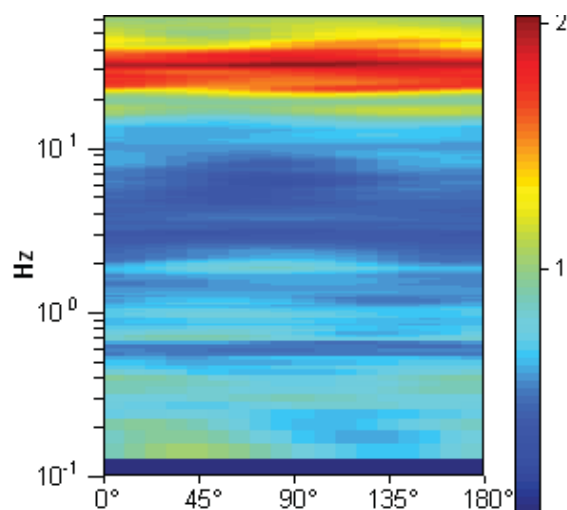
Max. H/V at  $31.47 \pm 2.14$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



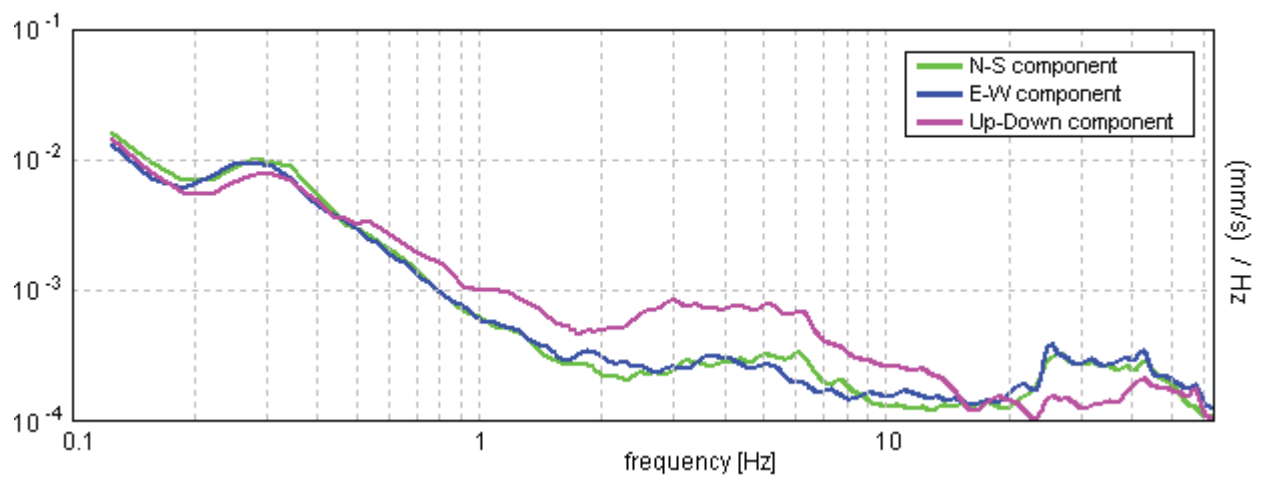
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



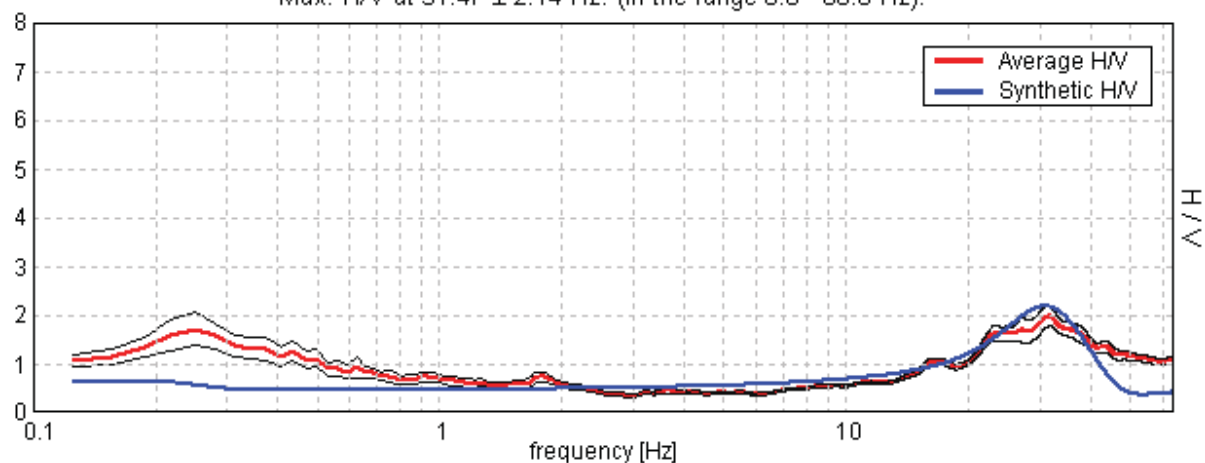
# SINGLE COMPONENT SPECTRA





# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $31.47 \pm 2.14$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]

0.95

inf.

Thickness [m]

0.95

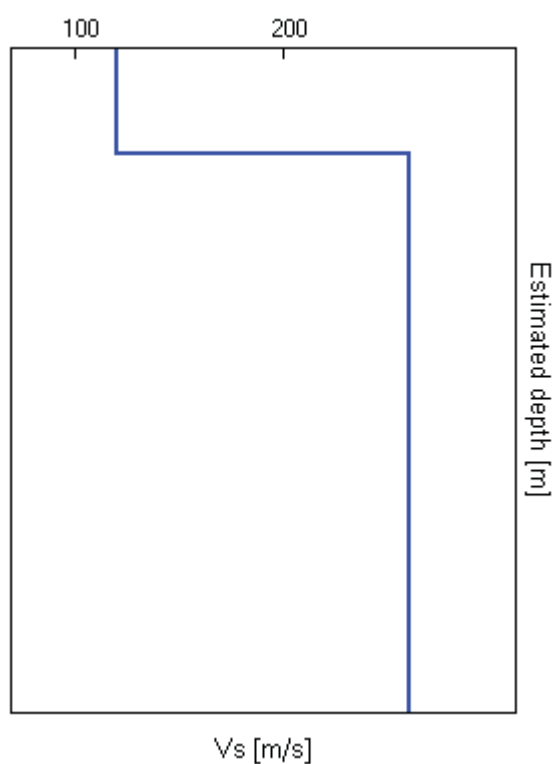
inf.

Vs [m/s]

120

260

Vs(0.0-30.0)=251m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $31.47 \pm 2.14$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$31.47 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$37762.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1512 times	<b>OK</b>	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	19.469 Hz	<b>OK</b>	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$		<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$1.97 > 2$		<b>NO</b>
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03363  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.05835 < 1.57344$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1006 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

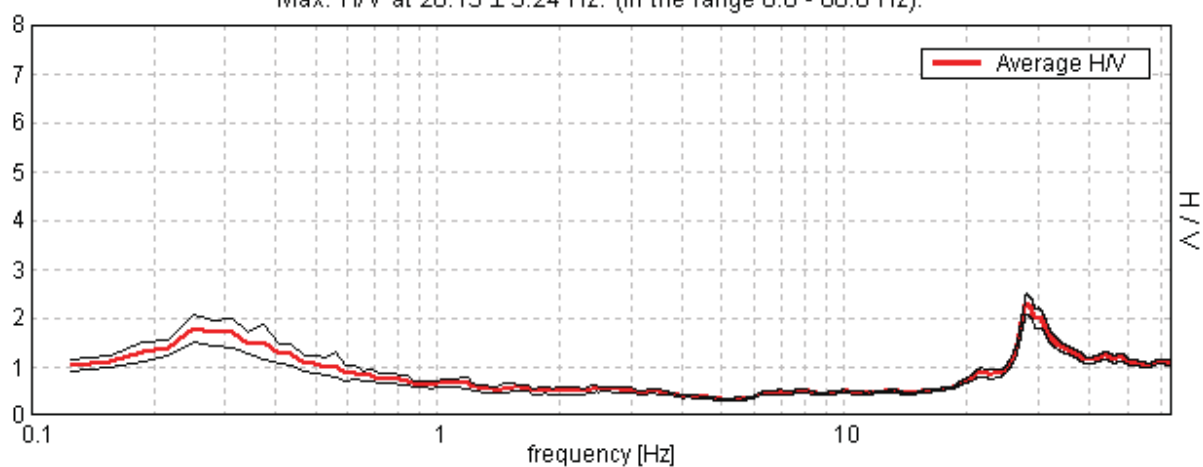
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR2

Start recording: 01/07/14 09:49:18      End recording: 01/07/14 10:09:19  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

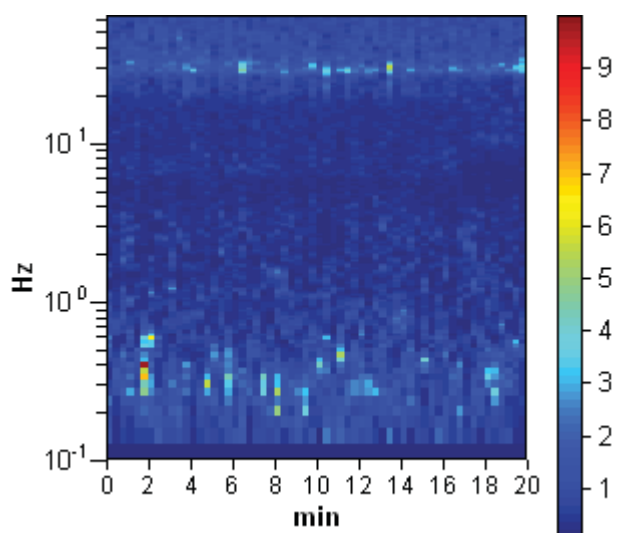
Trace length: 0h20'00".      Analysis performed on the entire trace.  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

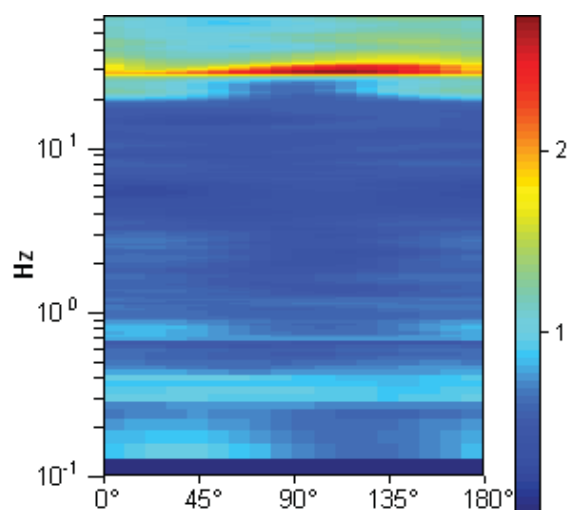
Max. H/V at  $28.13 \pm 3.24$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



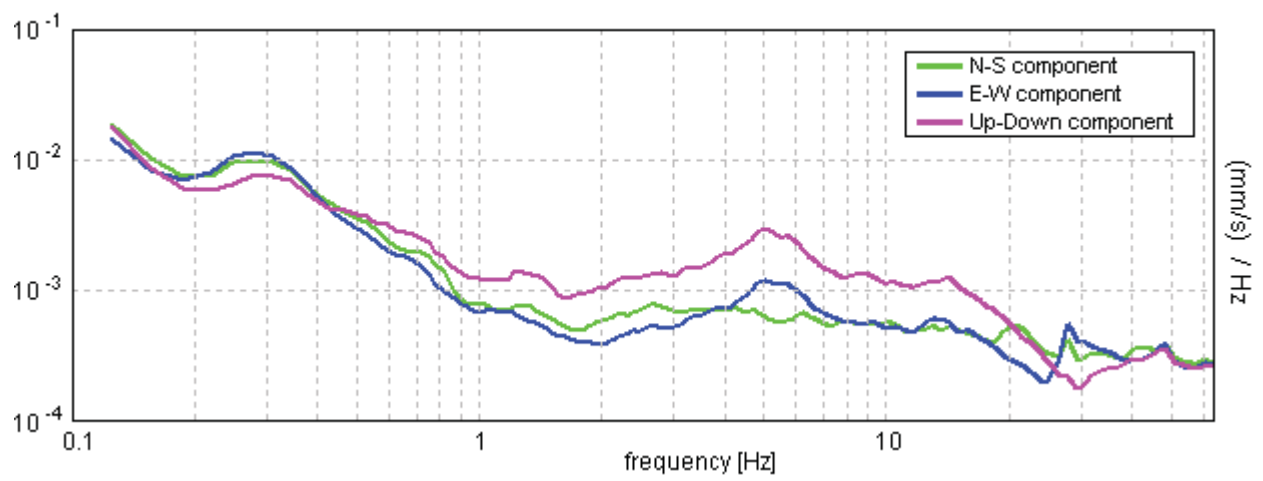
### H/V TIME HISTORY



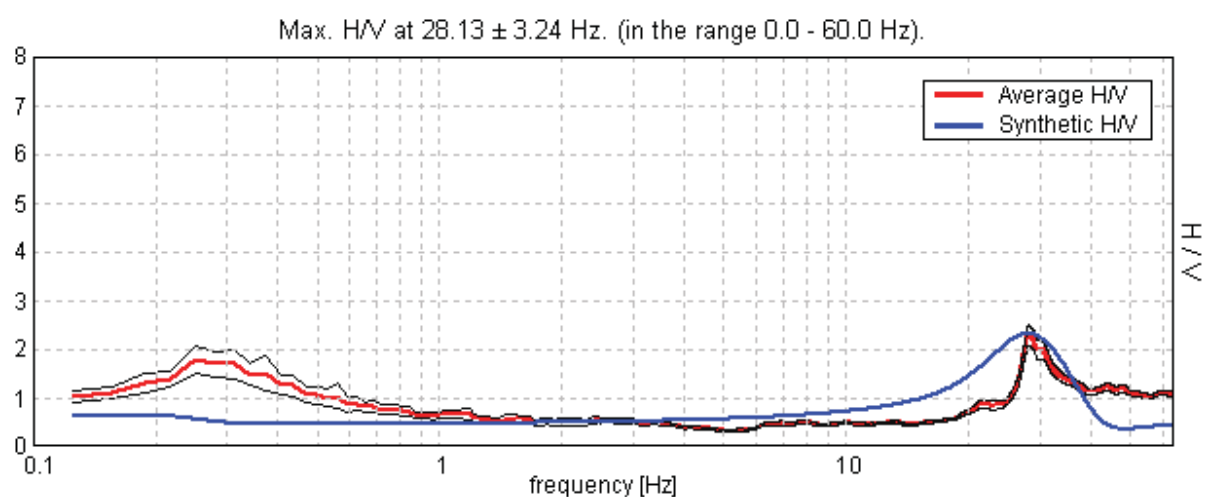
### DIRECTIONAL H/V



# SINGLE COMPONENT SPECTRA



# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

[m]  
1.05  
inf.

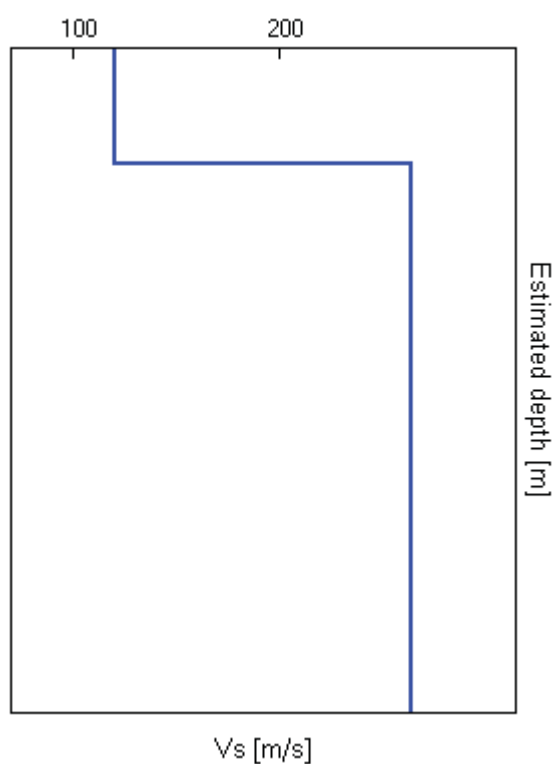
Thickness [m]

1.05  
inf.

Vs [m/s]

120  
265

Vs(0.0-30.0)=254m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $28.13 \pm 3.24$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$28.13 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$33750.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1351 times	<b>OK</b>	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

<b>Exists <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	25.906 Hz	<b>OK</b>	
<b>Exists <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	39.125 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.28 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.05708  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$1.60541 < 1.40625$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.1007 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

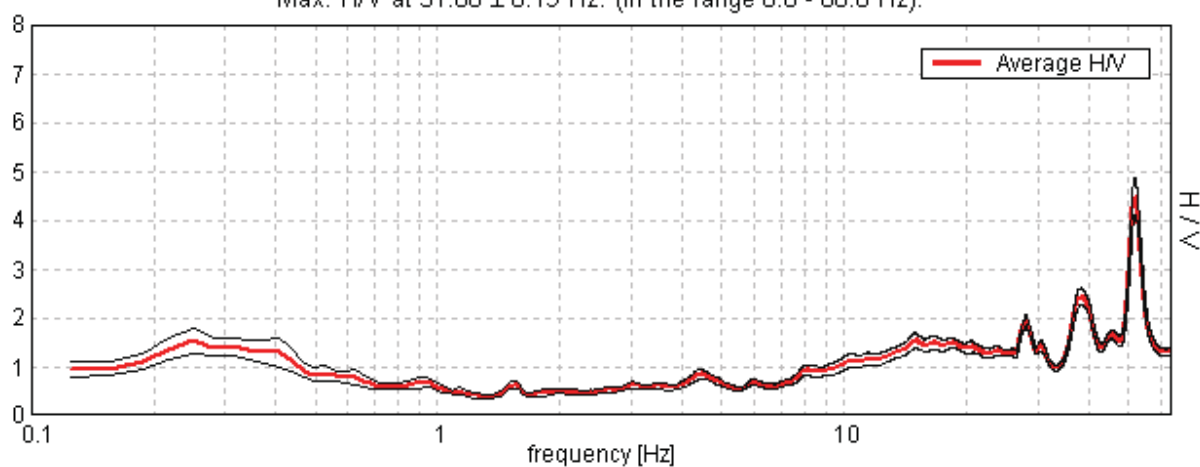
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR3

Start recording: 01/07/14 11:43:11      End recording: 01/07/14 12:03:12  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

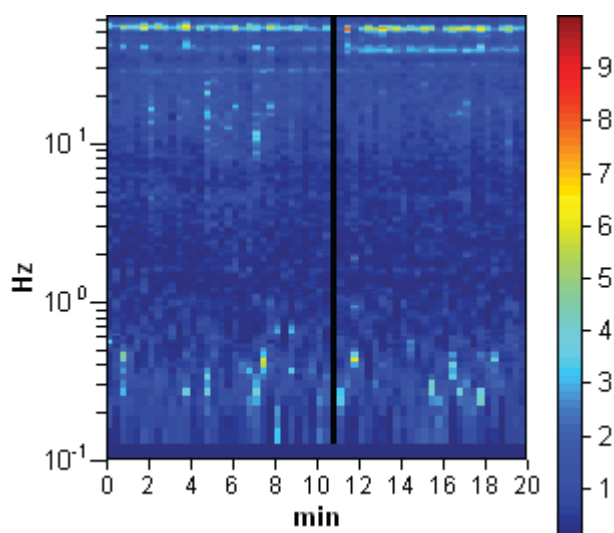
Trace length: 0h20'00".      Analyzed 98% trace (manual window selection)  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

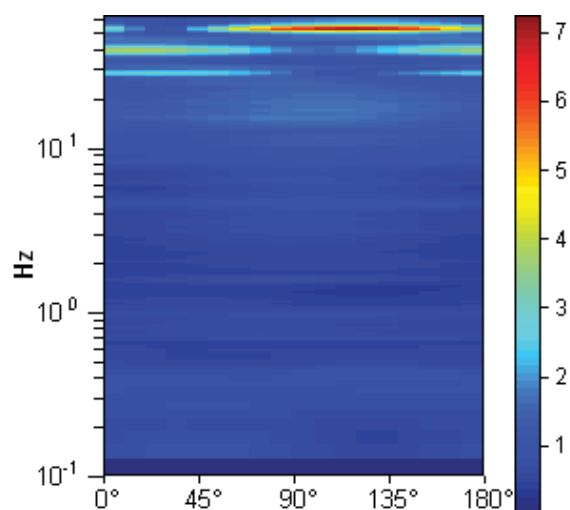
Max. H/V at  $51.88 \pm 0.19$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

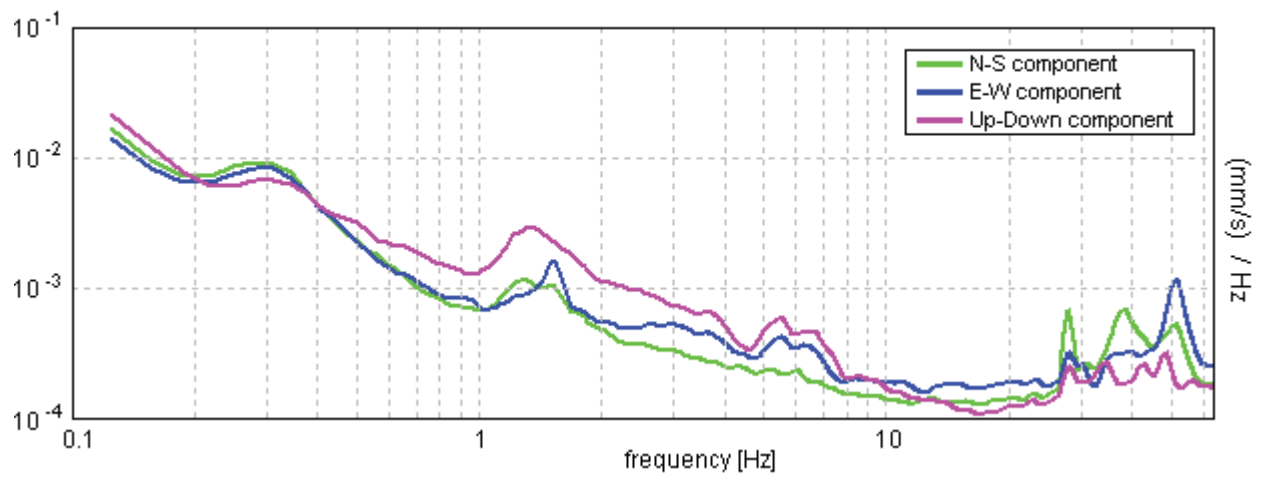


### DIRECTIONAL H/V



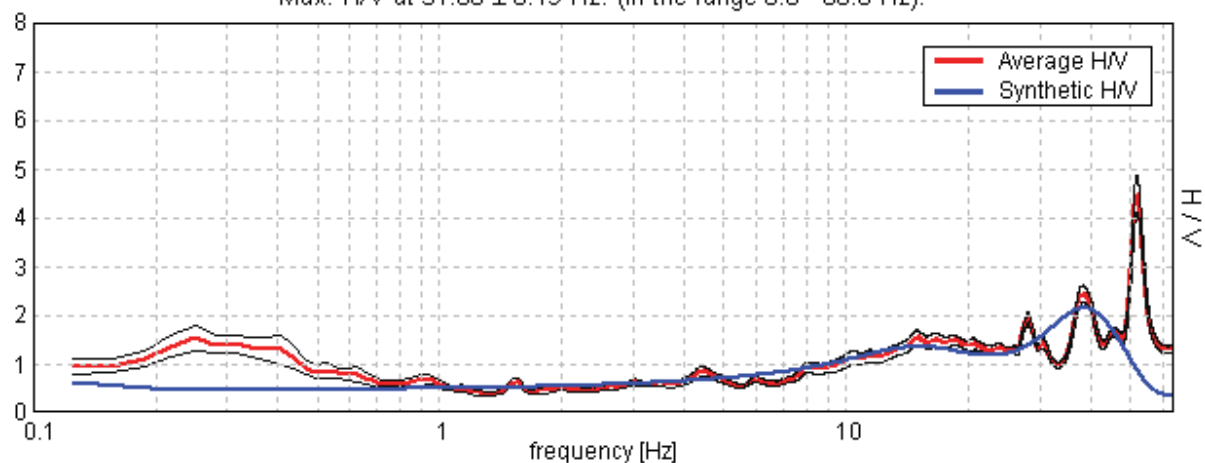


# SINGLE COMPONENT SPECTRA



# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $51.88 \pm 0.19$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]

0.80

4.45

inf.

Thickness [m]

0.80

3.65

inf.

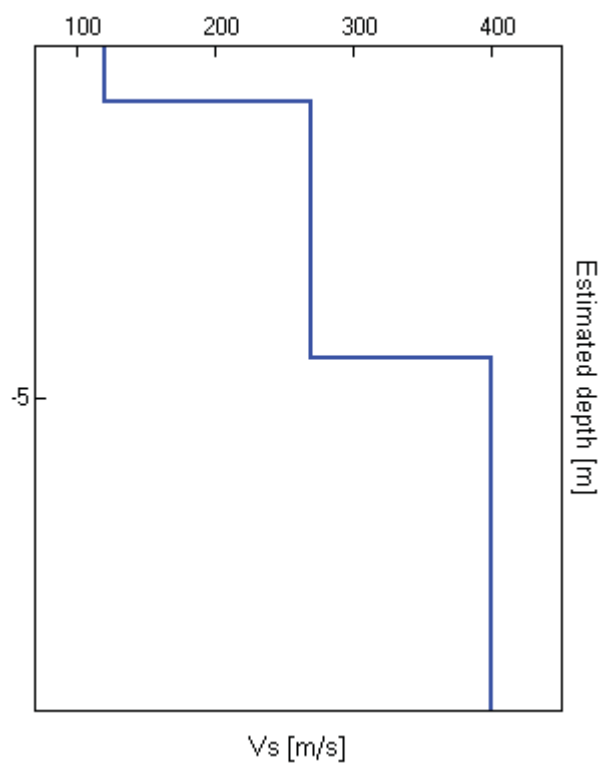
Vs [m/s]

120

270

400

Vs(0.0-30.0)=357m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at 51.88 ± 0.19 Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	51.88 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	61212.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1219 times	OK	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	49.5 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	55.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.47 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00182  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.09443 < 2.59375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1917 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

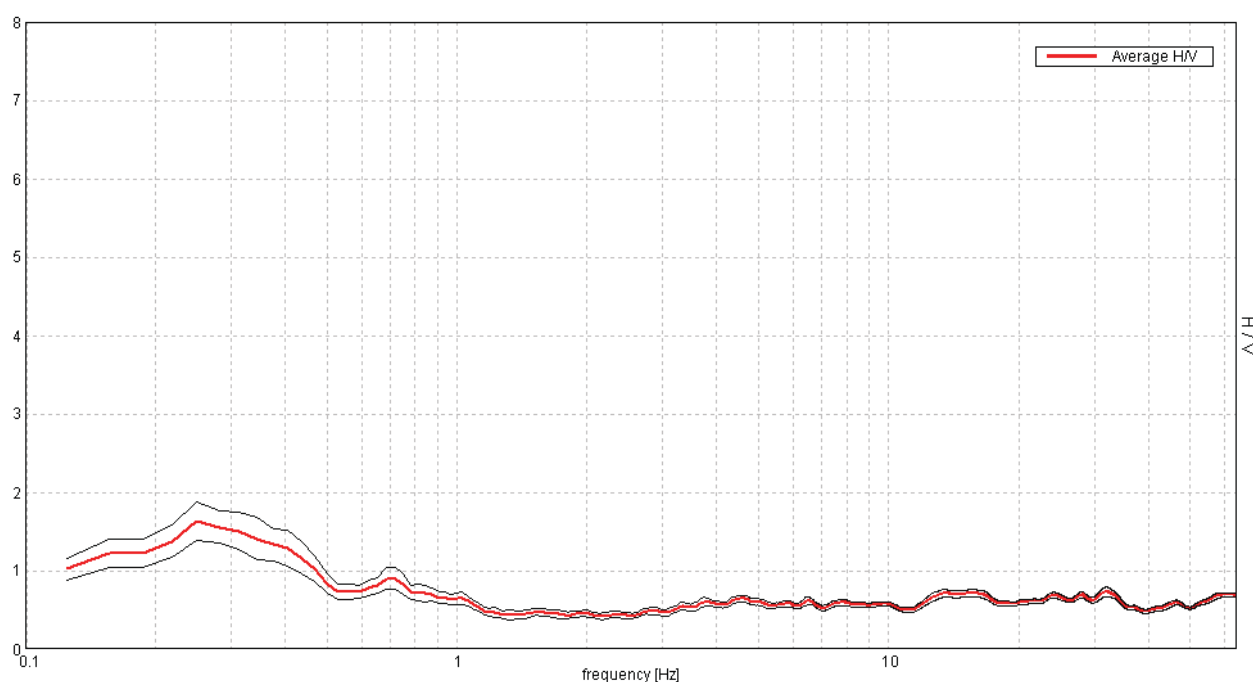
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR4

Start recording: 01/07/14 12:09:34      End recording: 01/07/14 12:29:35  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

Trace length: 0h20'00".      Analysis performed on the entire trace.  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

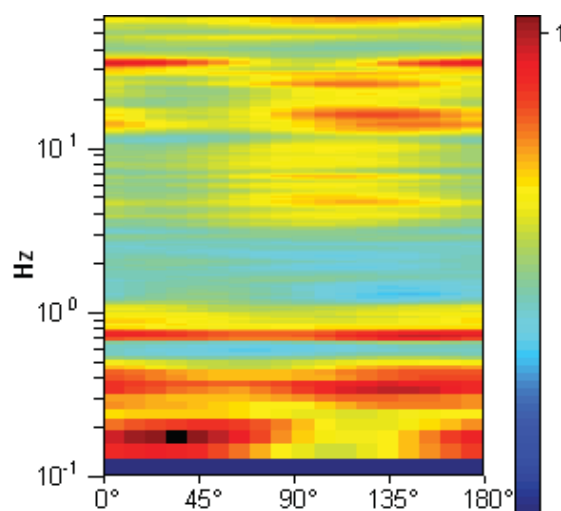
### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

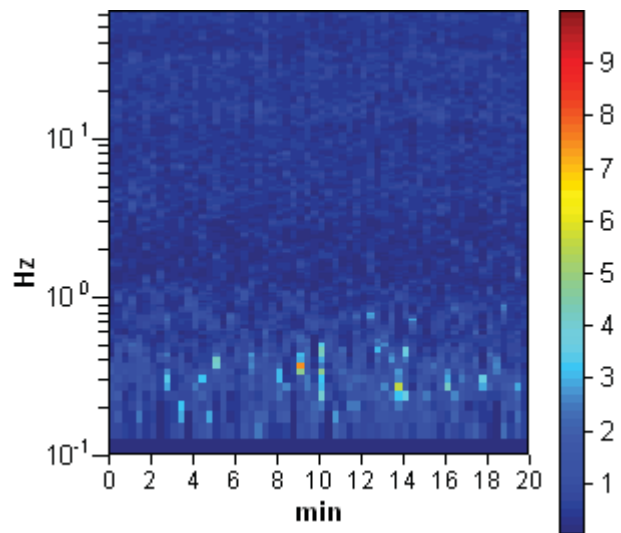
Max. H/V at  $0.25 \pm 0.01$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



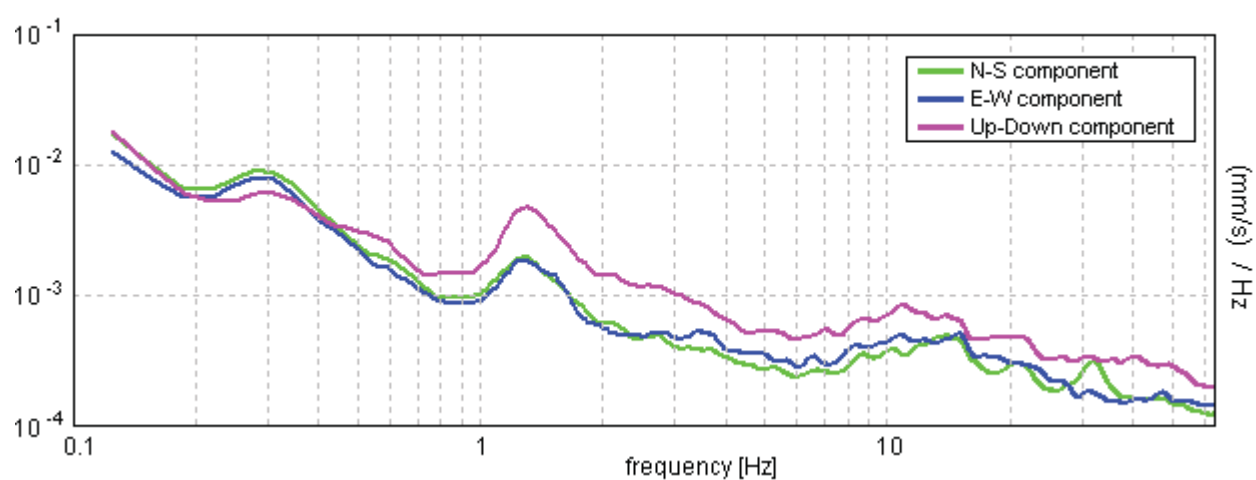
### H/V TIME HISTORY

### DIRECTIONAL H/V

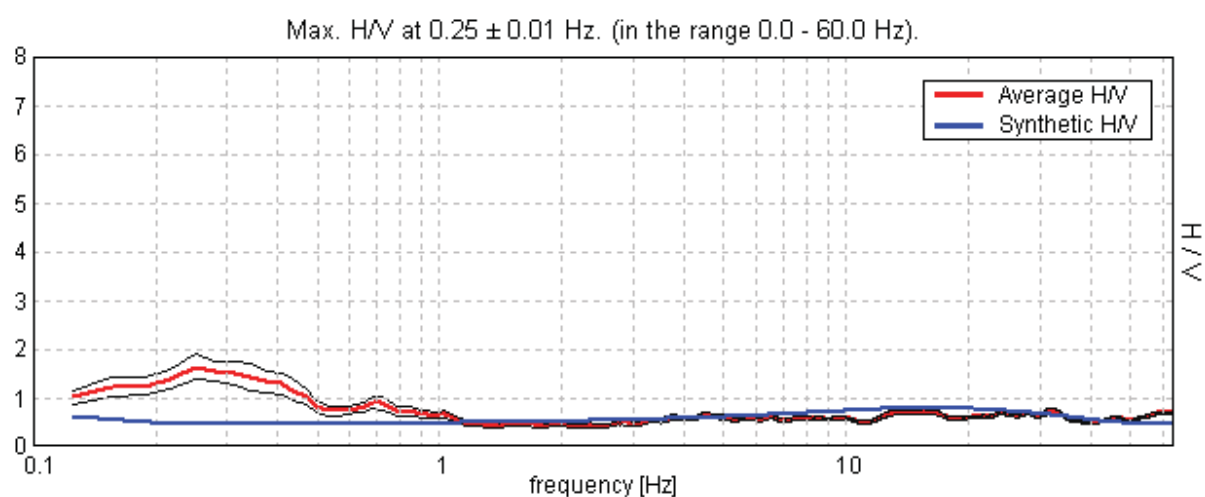




# SINGLE COMPONENT SPECTRA



# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

[m]

1.60

4.85

inf.

Thickness [m]

1.60

3.25

inf.

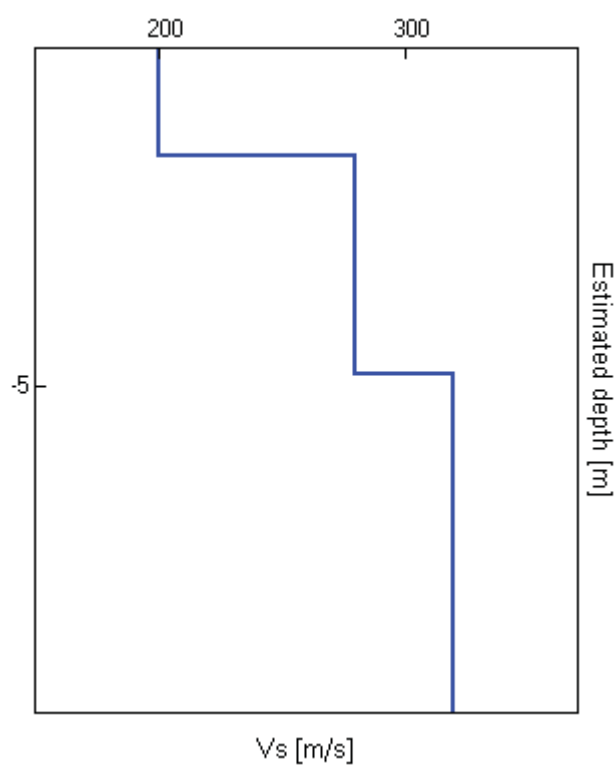
Vs [m/s]

200

280

320

Vs(0.0-30.0)=305m/s





[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at  $0.25 \pm 0.01$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).

### Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$300.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 13 times	OK	

### Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.64 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02692  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00673 < 0.05$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1212 < 2.5$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

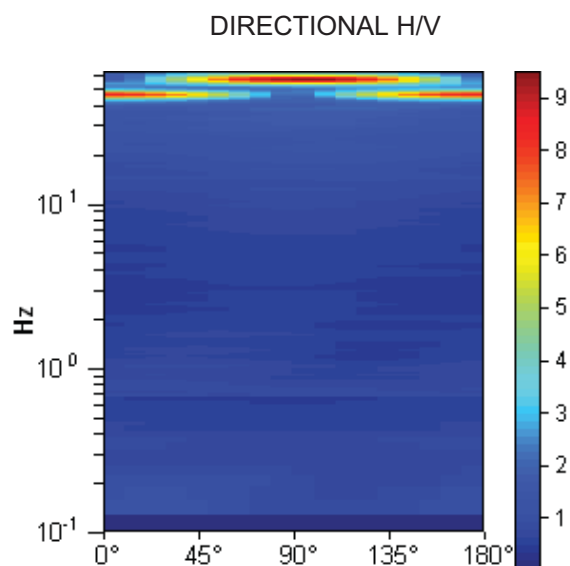
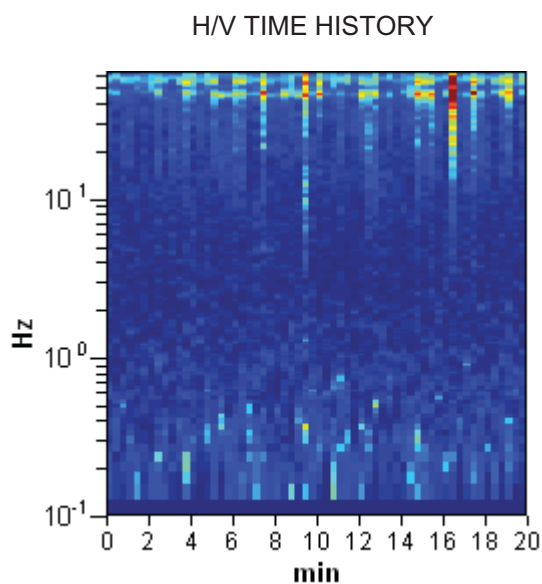
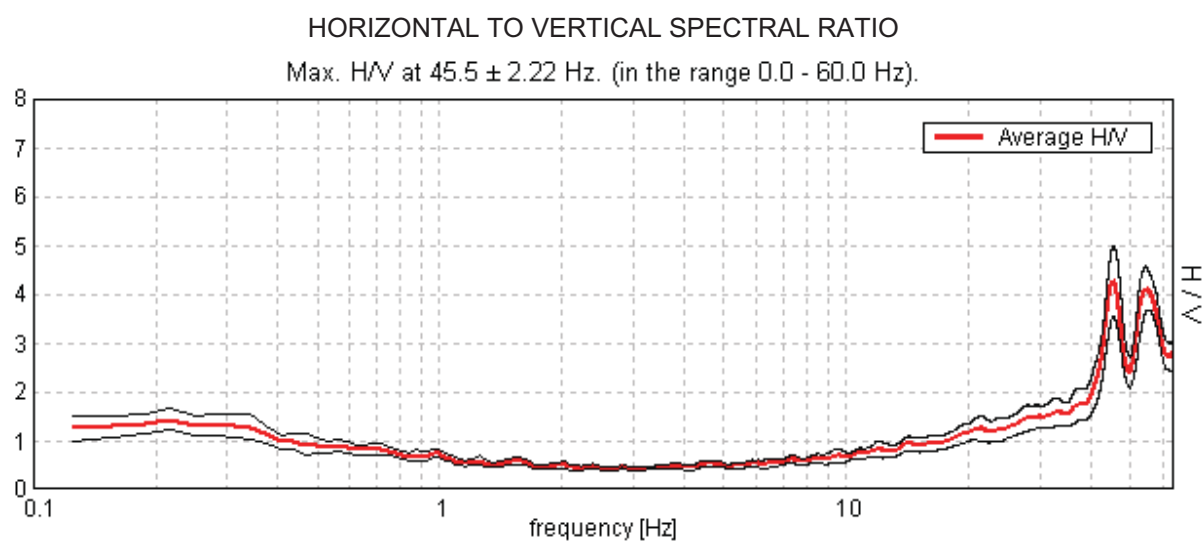
### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

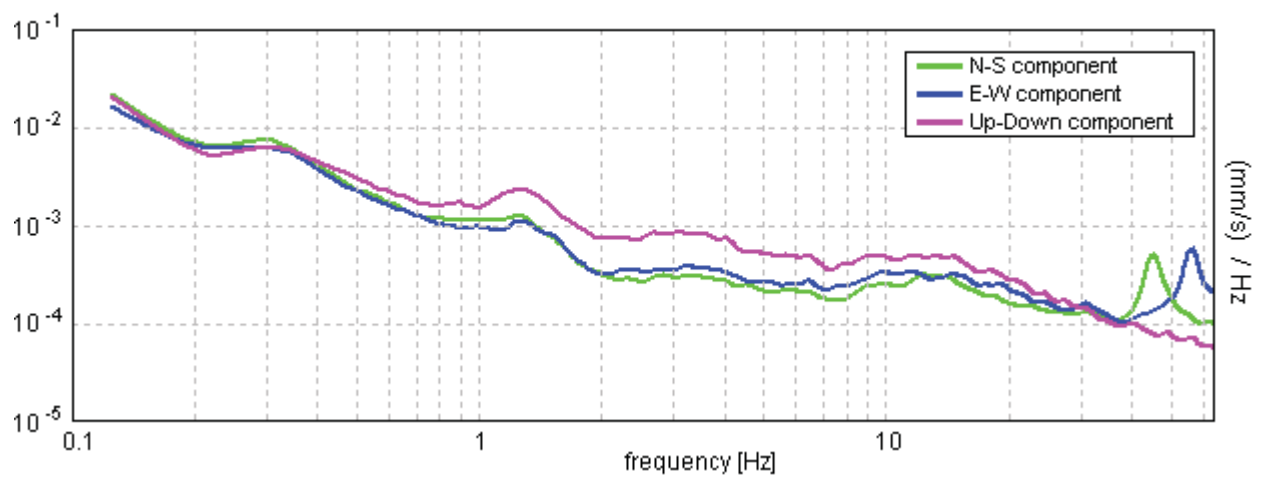
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR5

Start recording: 01/07/14 13:03:16      End recording: 01/07/14 13:23:17  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

Trace length: 0h20'00".      Analysis performed on the entire trace.  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

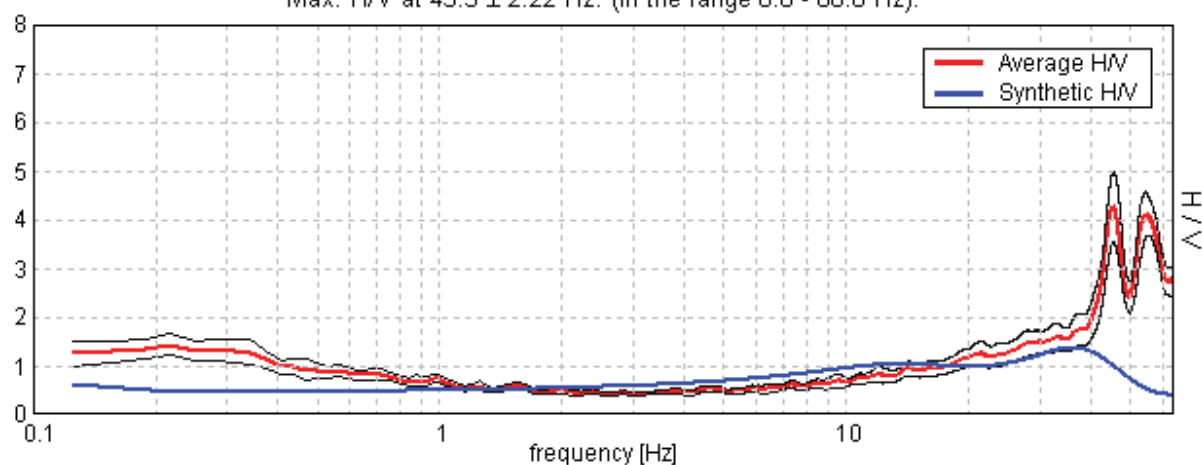


# SINGLE COMPONENT SPECTRA



# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $45.5 \pm 2.22$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer

[m]

0.90

4.70

inf.

Thickness [m]

0.90

3.80

inf.

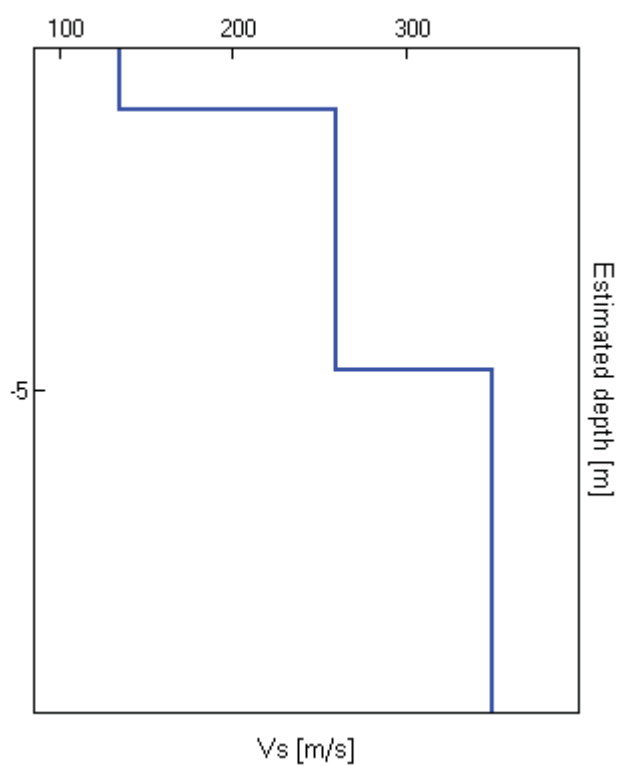
Vs [m/s]

135

260

350

Vs(0.0-30.0)=321m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at  $45.5 \pm 2.22$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).

### Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$45.50 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$54600.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1321 times	OK	

### Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	40.906 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$4.26 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02413  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.09771 < 2.275$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3607 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

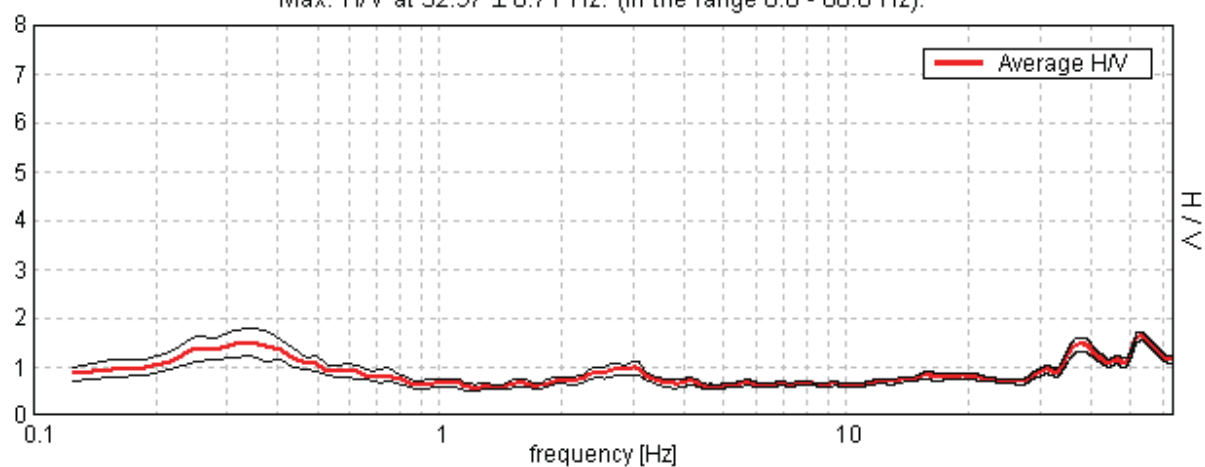
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR6

Start recording: 01/07/14 13:27:44      End recording: 01/07/14 13:47:45  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

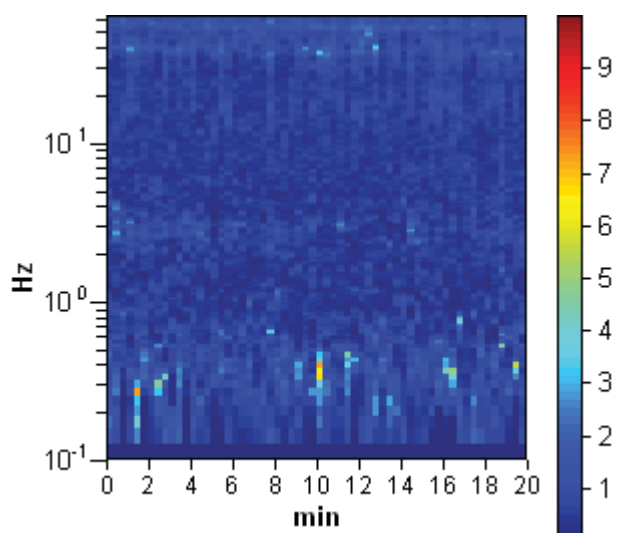
Trace length: 0h20'00".      Analysis performed on the entire trace.  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

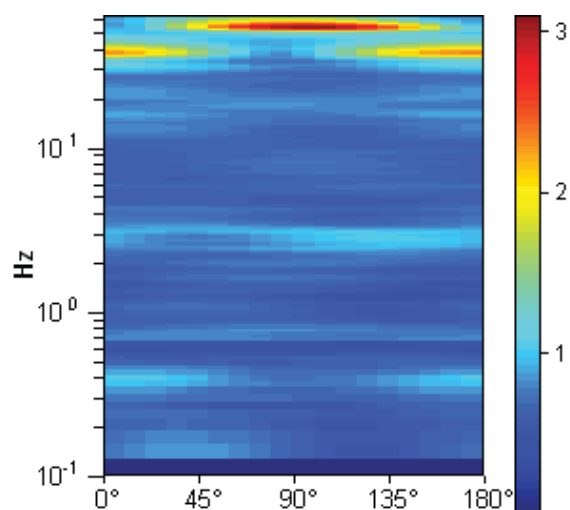
Max. H/V at  $52.97 \pm 6.71$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



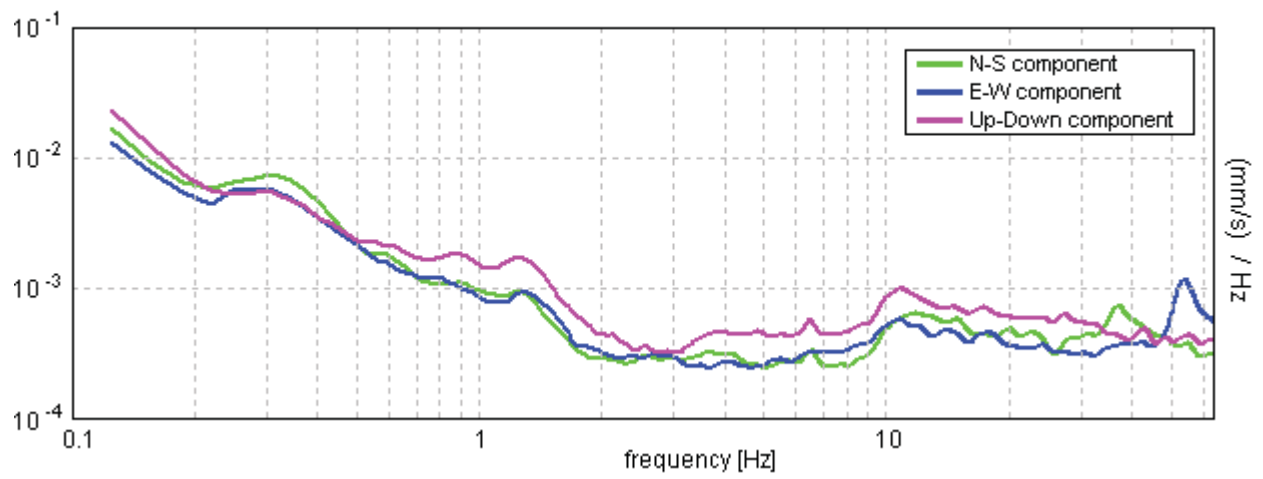
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V

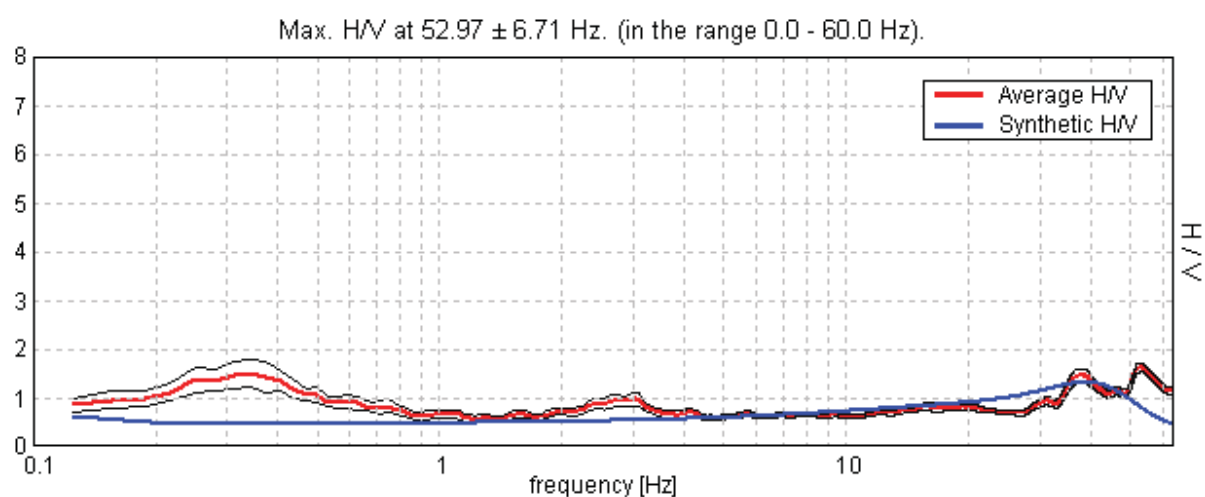


# SINGLE COMPONENT SPECTRA





# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

[m]  
0.90  
4.60  
inf.

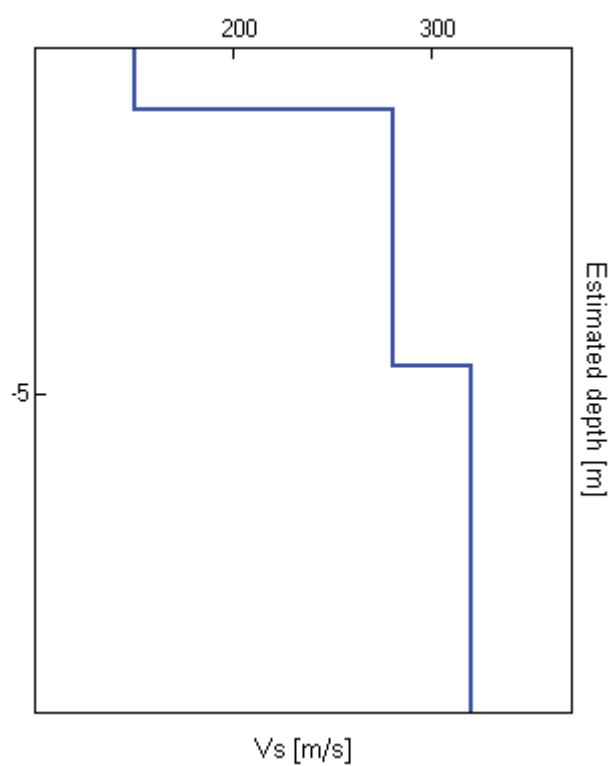
Thickness [m]

0.90  
3.70  
inf.

Vs [m/s]

150  
280  
320

Vs(0.0-30.0)=304m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $52.97 \pm 6.71$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$52.97 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$63562.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1202 times	<b>OK</b>	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	28.813 Hz	<b>OK</b>	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$		<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$1.61 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06274  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.32315 < 2.64844$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0447 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

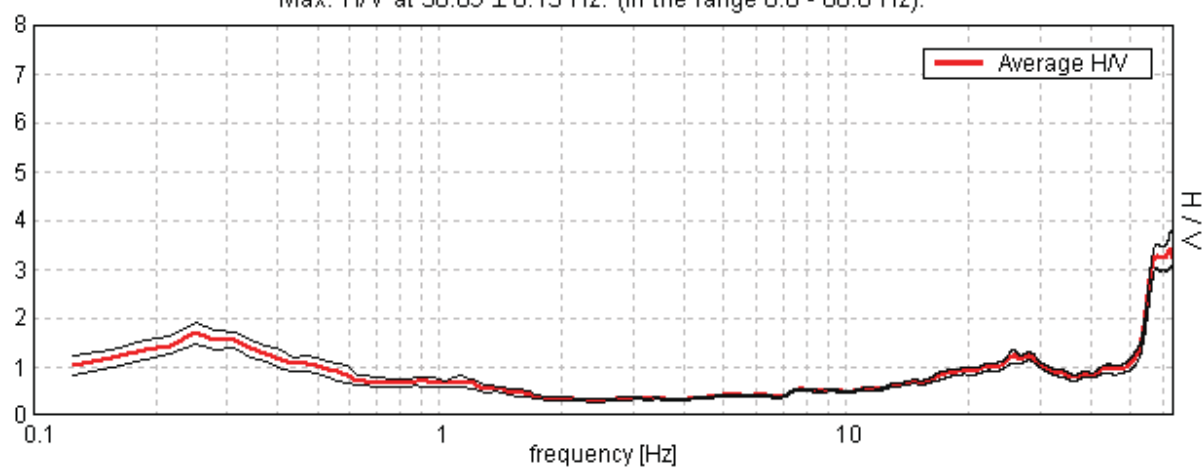
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR7

Start recording: 01/07/14 10:16:29      End recording: 01/07/14 10:36:30  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

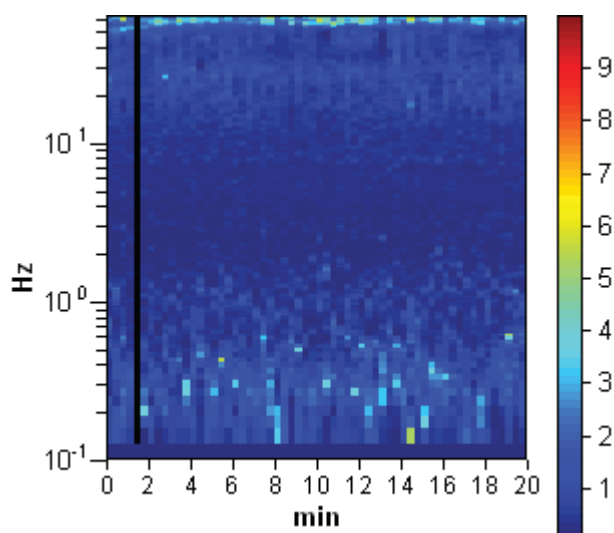
Trace length: 0h20'00".      Analyzed 98% trace (manual window selection)  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

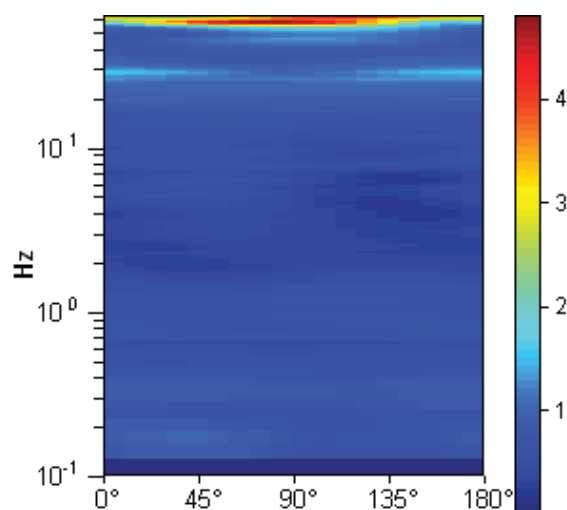
Max. H/V at  $58.09 \pm 0.15$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



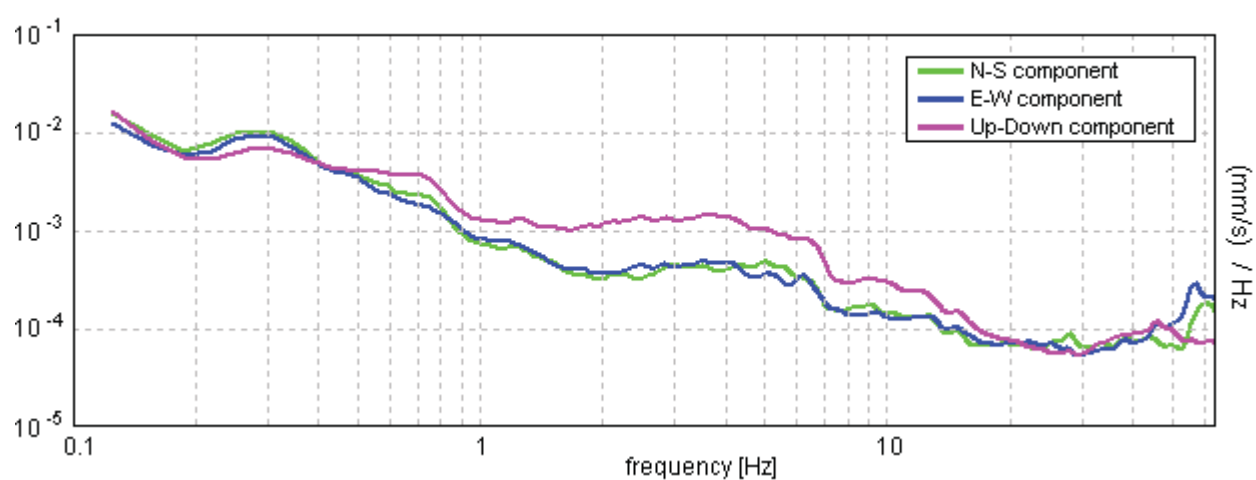
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V

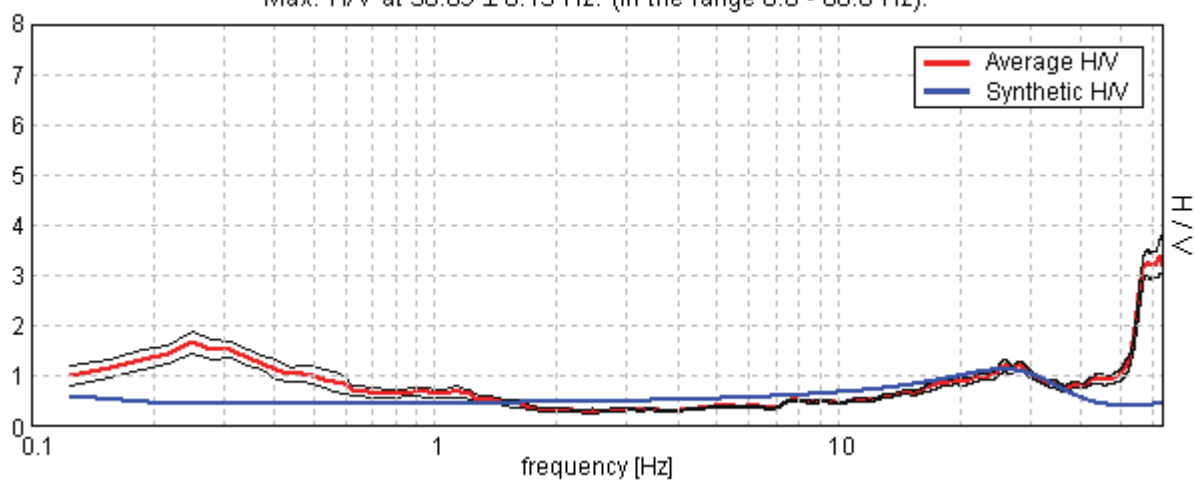


# SINGLE COMPONENT SPECTRA



# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $58.09 \pm 0.15$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).

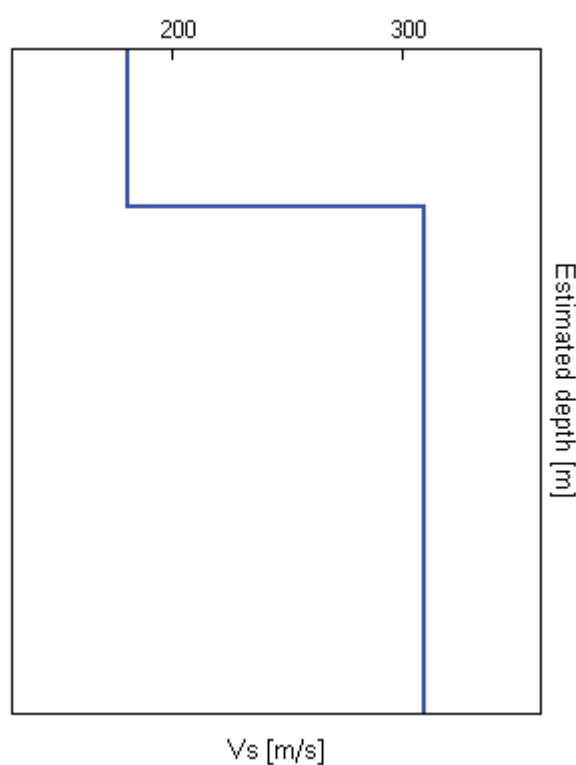


**Depth at the bottom of the layer**  
[m]  
1.55  
inf.

**Thickness [m]**  
1.55  
inf.

**Vs [m/s]**  
180  
310

$V_s(0.0-30.0)=299\text{m/s}$



[According to the Sesame, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at 58.09 ± 0.15 Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	58.09 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	68550.6 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1120 times	OK	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	53.75 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	3.26 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00126  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.07318 < 2.90469	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1248 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

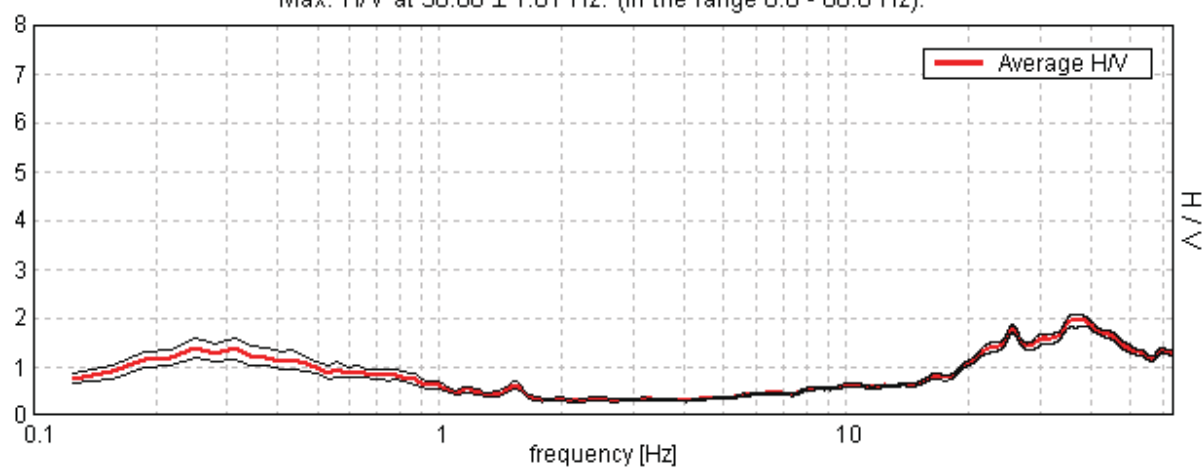
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR8

Start recording: 01/07/14 11:16:46      End recording: 01/07/14 11:36:47  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

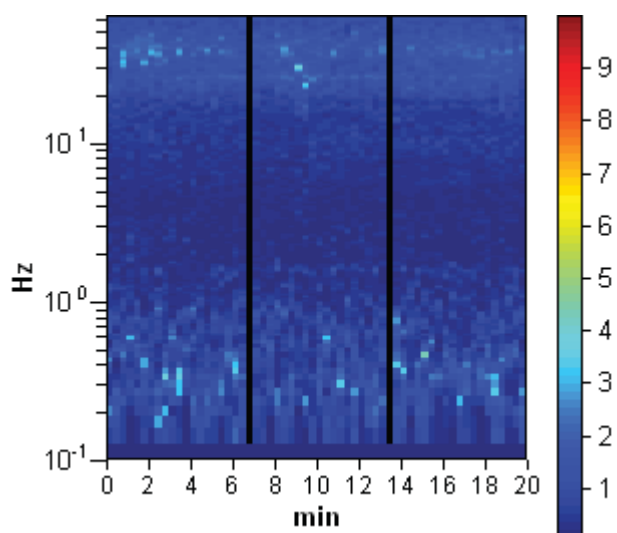
Trace length: 0h20'00".      Analyzed 97% trace (manual window selection)  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

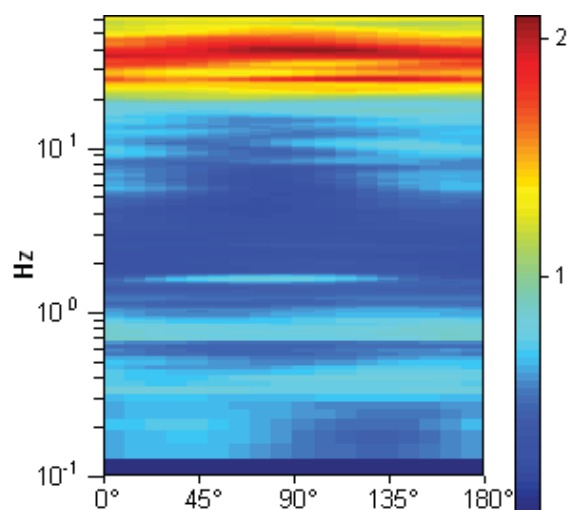
Max. H/V at  $36.06 \pm 1.81$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

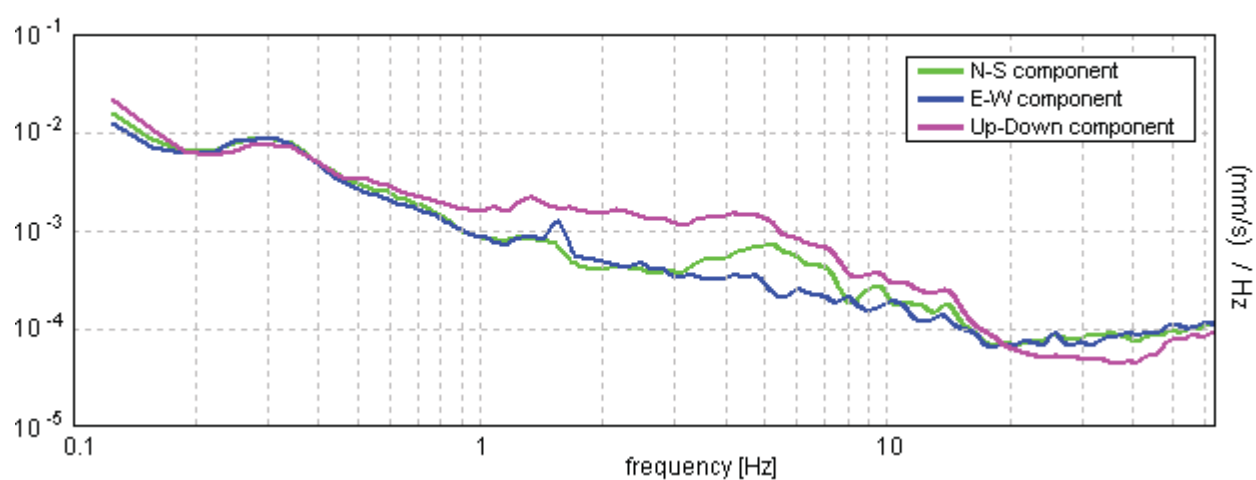


### DIRECTIONAL H/V

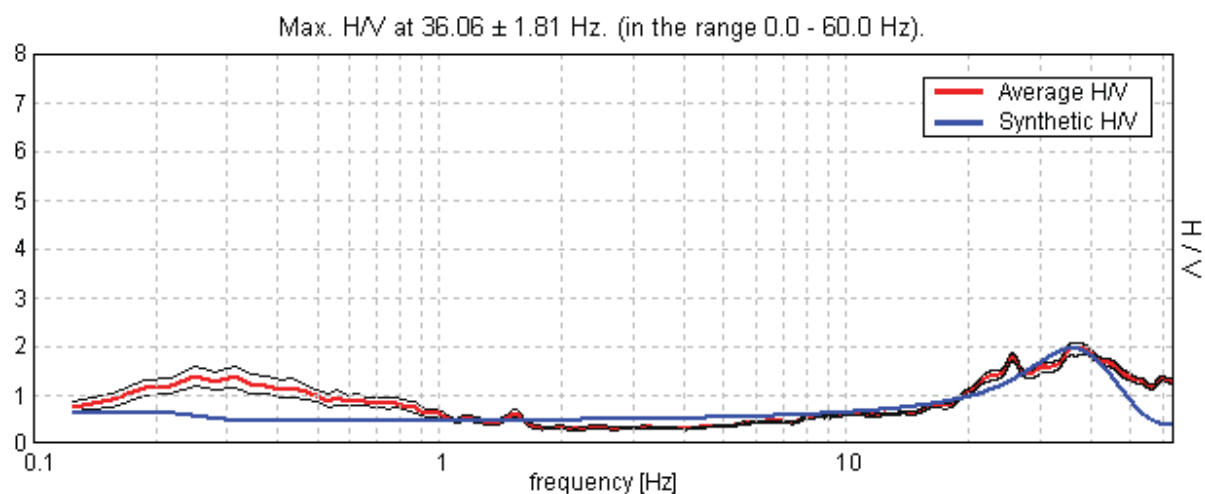




# SINGLE COMPONENT SPECTRA



# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

[m]  
1.10  
inf.

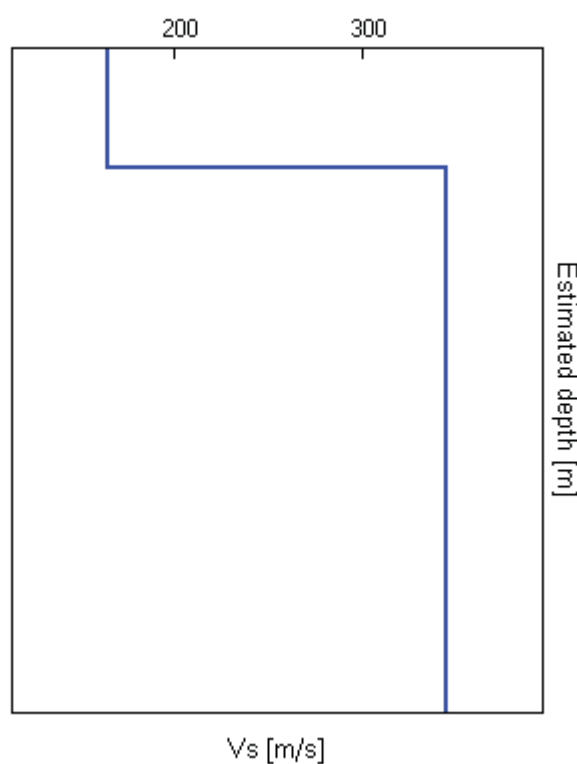
Thickness [m]

1.10  
inf.

Vs [m/s]

165  
345

Vs(0.0-30.0)=332m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at  $36.06 \pm 1.81$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).

### Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$36.06 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$41832.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1472 times	OK	

### Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	19.156 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.94 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02488  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.89734 < 1.80313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0633 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

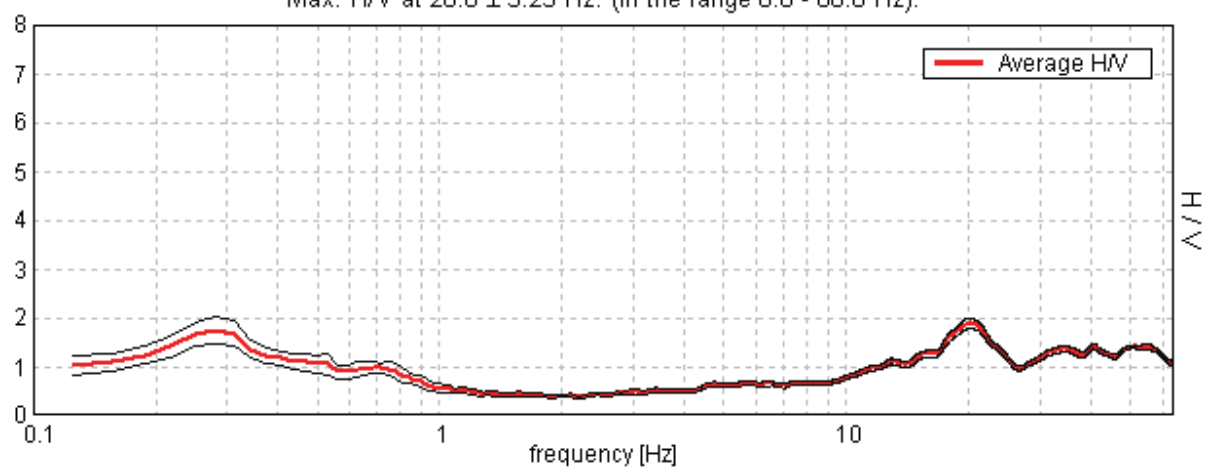
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR9

Start recording: 01/07/14 12:35:36      End recording: 01/07/14 12:55:37  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

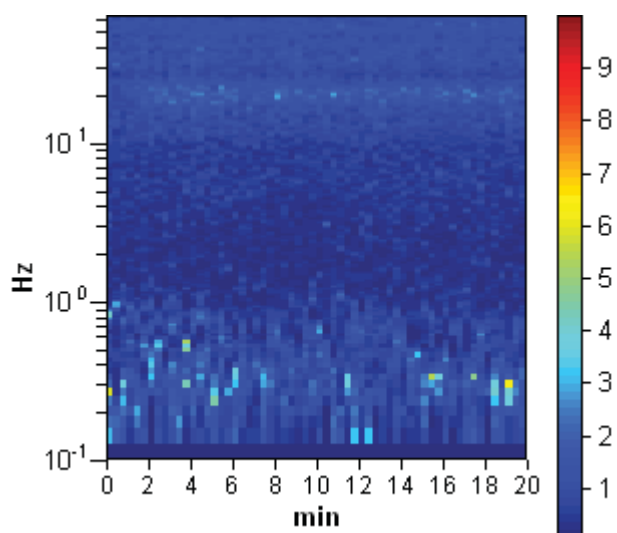
Trace length: 0h20'00".      Analysis performed on the entire trace.  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

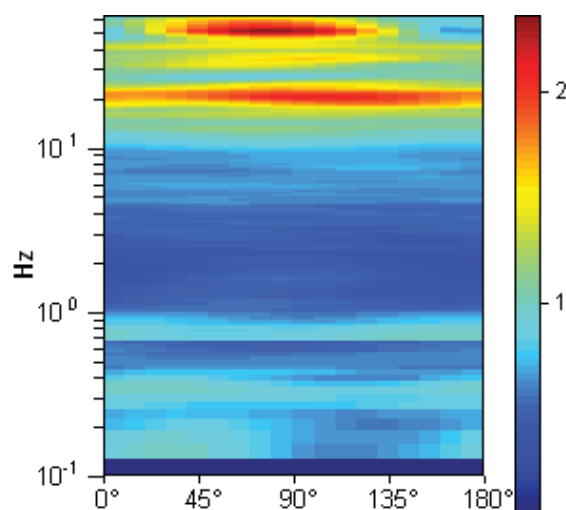
Max. H/V at  $20.0 \pm 3.25$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



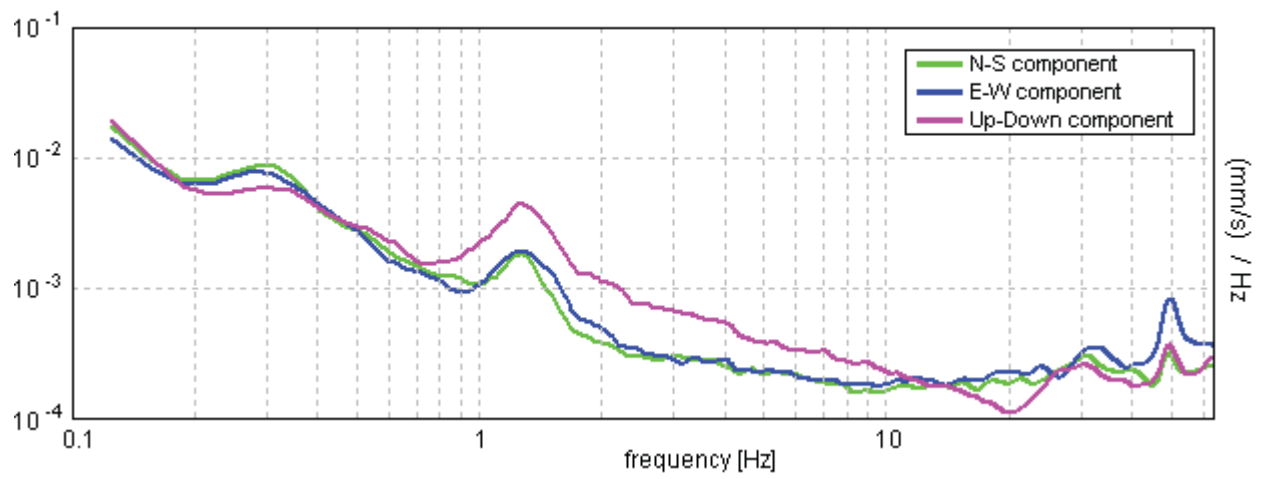
### H/V TIME HISTORY



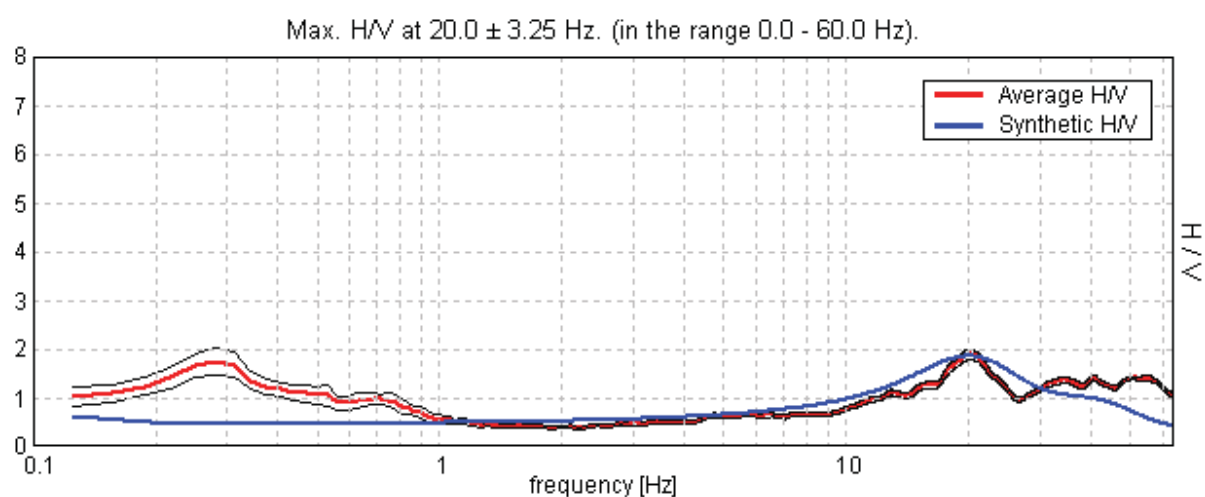
### DIRECTIONAL H/V



# SINGLE COMPONENT SPECTRA



# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

[m]  
0.75  
2.75  
inf.

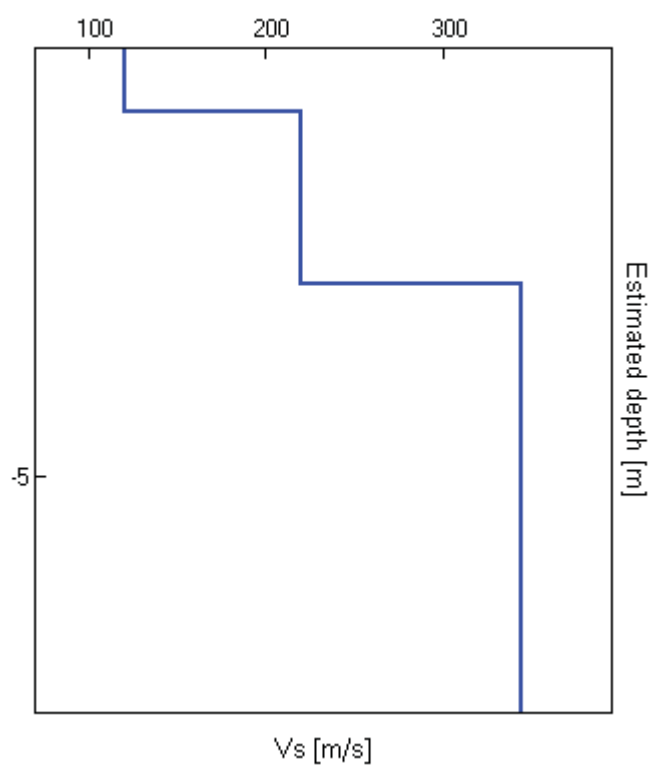
Thickness [m]

0.75  
2.00  
inf.

Vs [m/s]

120  
220  
345

Vs(0.0-30.0)=318m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $20.0 \pm 3.25$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$20.00 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$24000.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 961 times	OK	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.281 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$		OK	
$A_0 > 2$	$1.88 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08063  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.6125 < 1.0$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0549 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

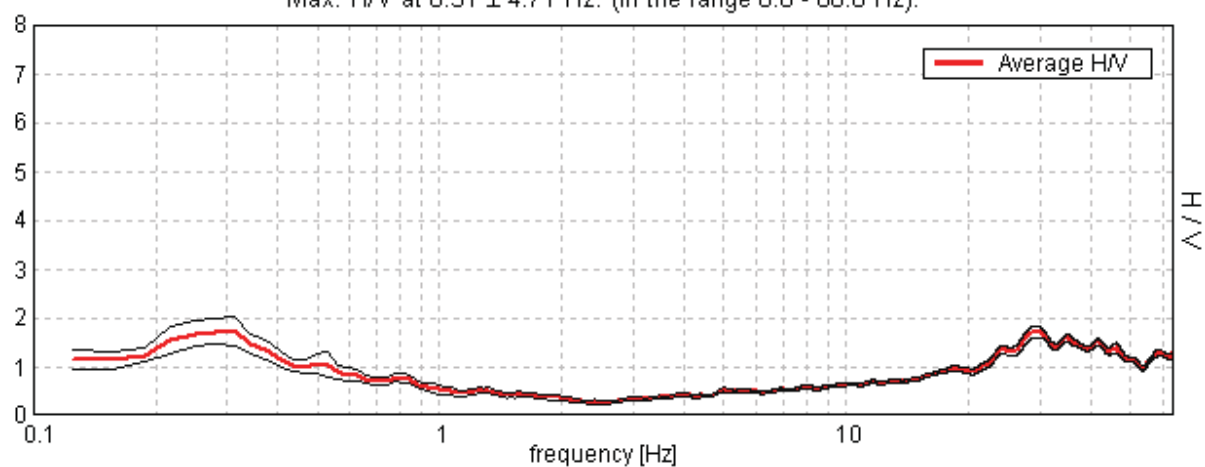
## CONSORZIO CONCISE, TRISCINA TR10

Start recording: 01/07/14 10:48:43      End recording: 01/07/14 11:08:43  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

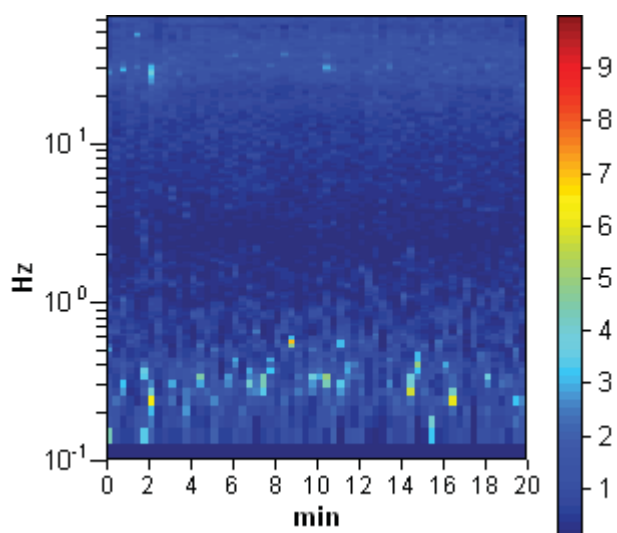
Trace length: 0h20'00".      Analysis performed on the entire trace.  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

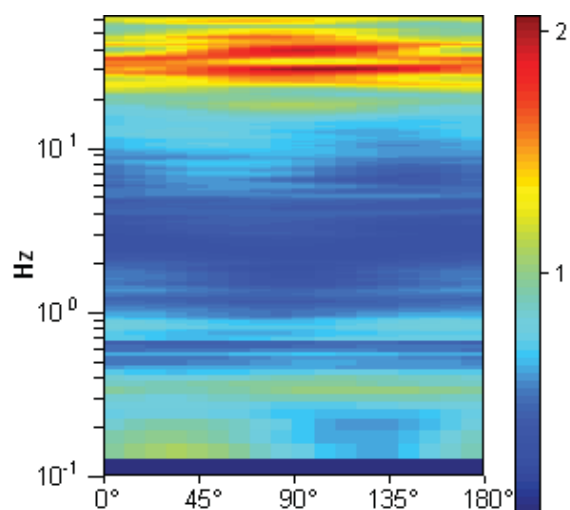
Max. H/V at  $0.31 \pm 4.71$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

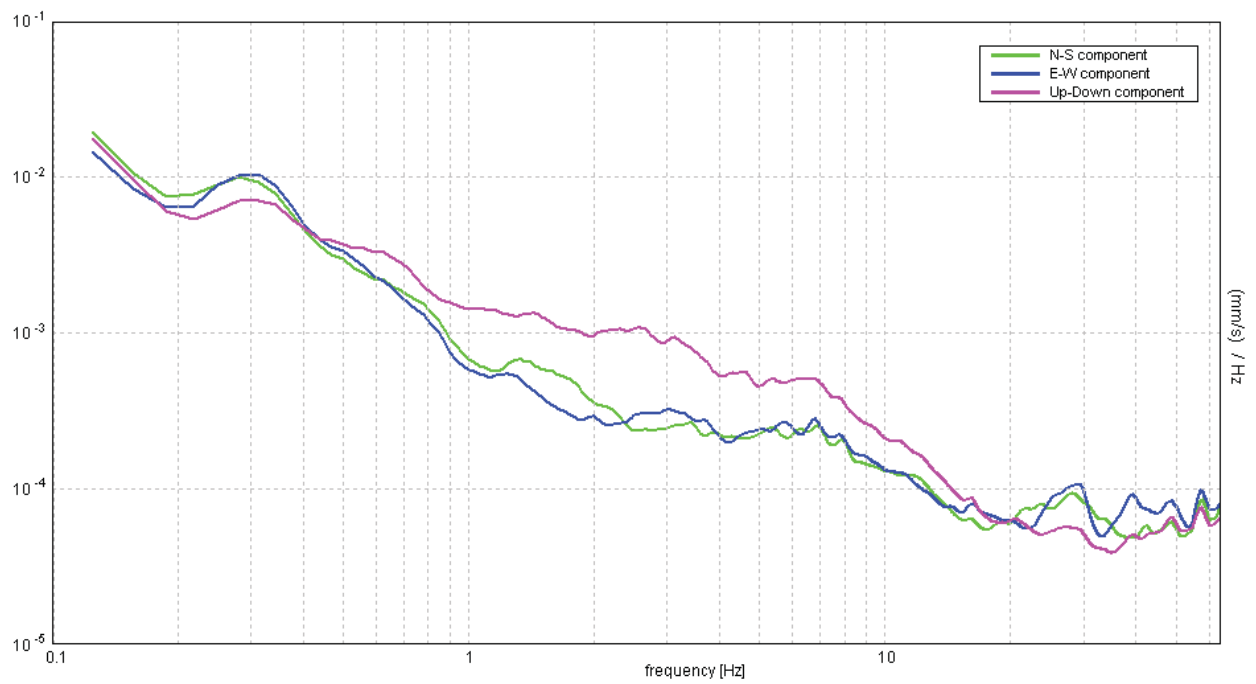


### DIRECTIONAL H/V

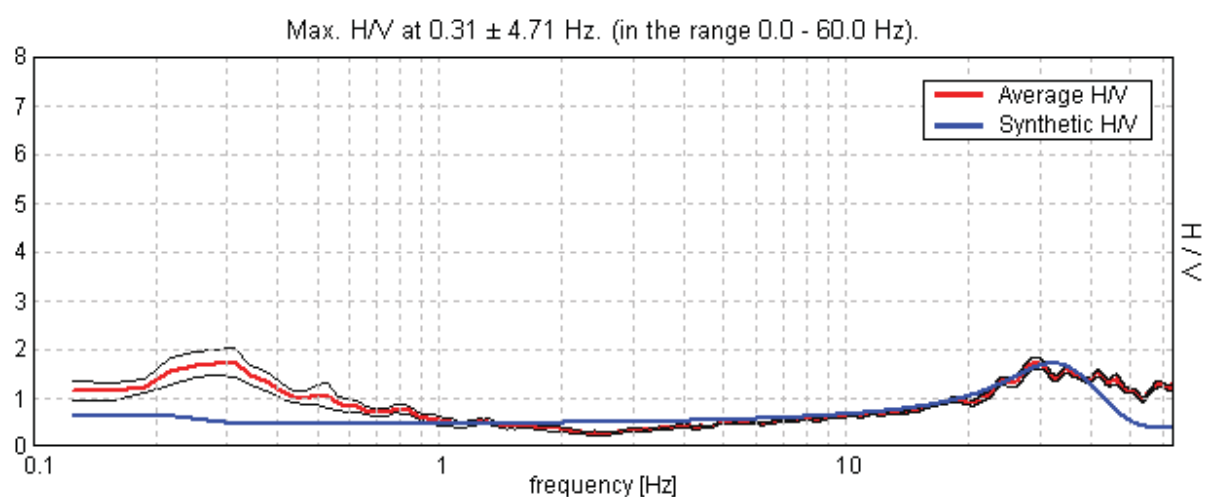




## SINGLE COMPONENT SPECTRA



# EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

[m]  
1.10  
inf.

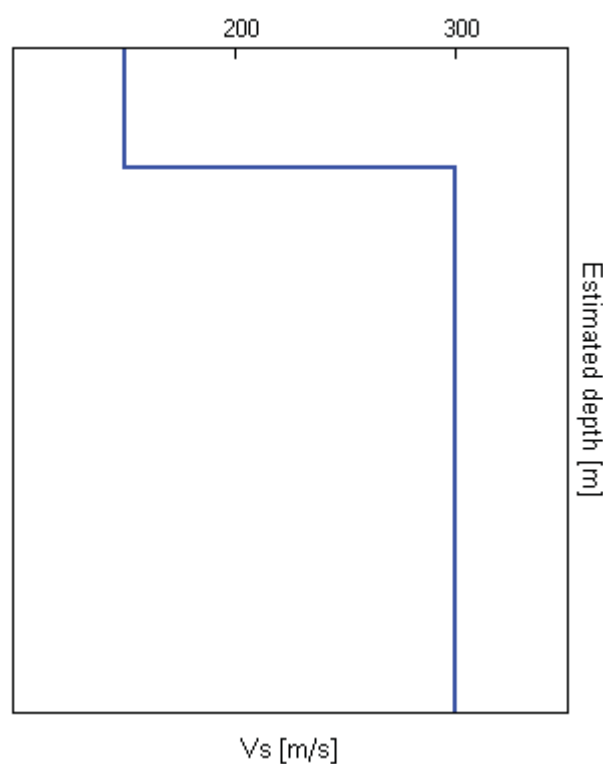
Thickness [m]

1.10  
inf.

Vs [m/s]

150  
300

Vs(0.0-30.0)=289m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at  $0.31 \pm 4.71$  Hz. (in the range 0.0 - 60.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.31 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$375.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 16 times	OK	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

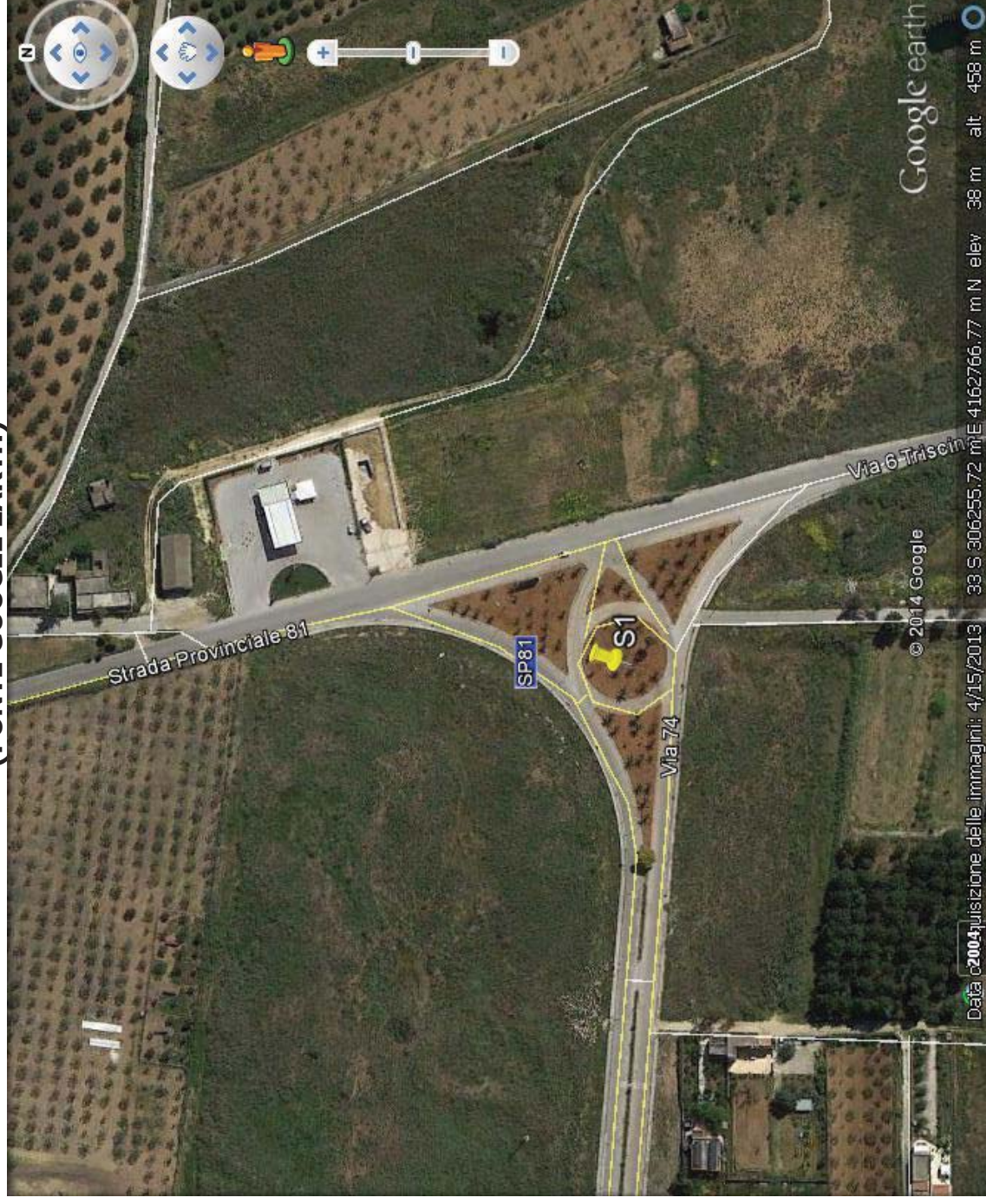
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.72 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 7.47542  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.33607 < 0.0625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1459 < 2.5$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

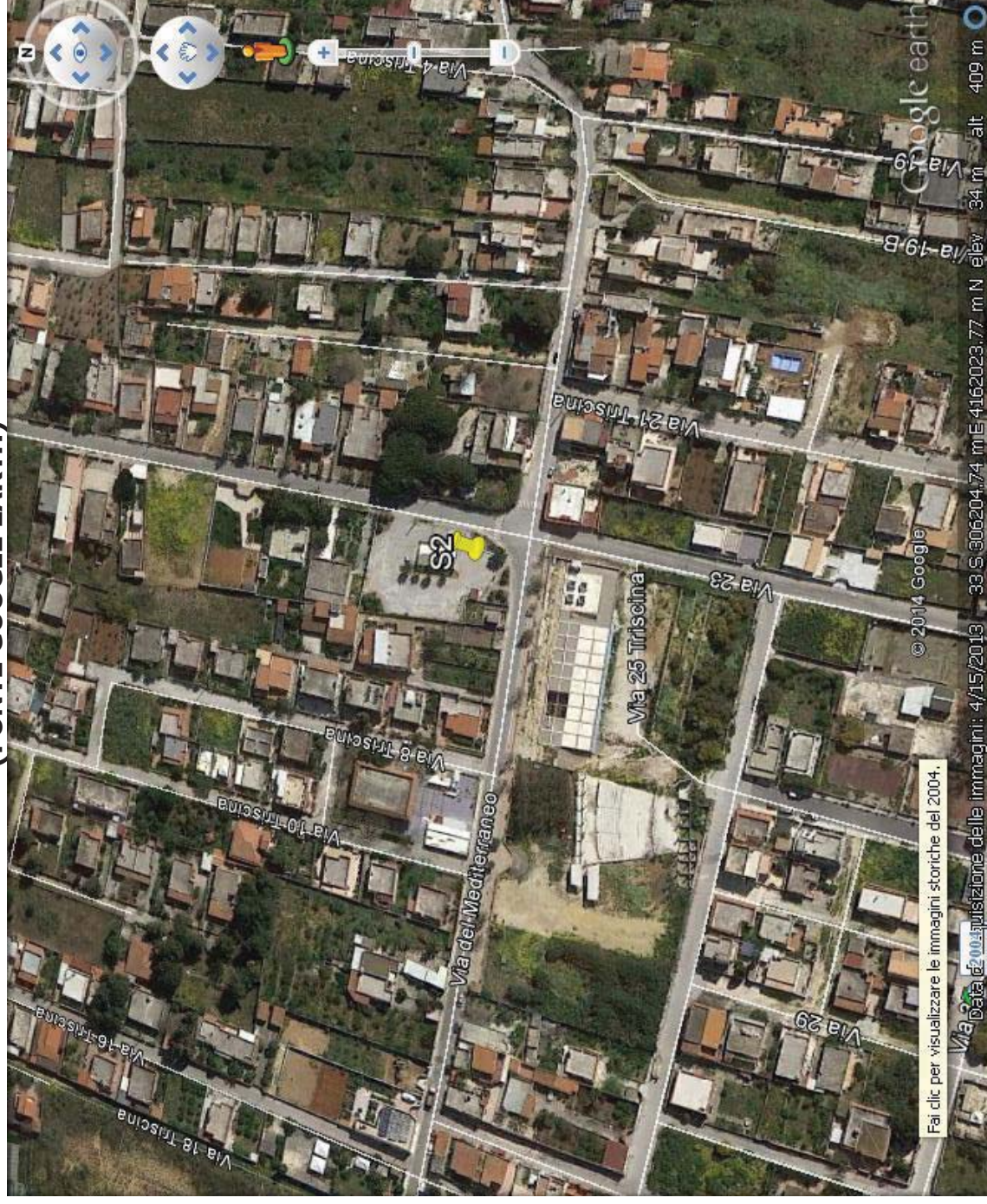
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR1  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**





**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR2  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**



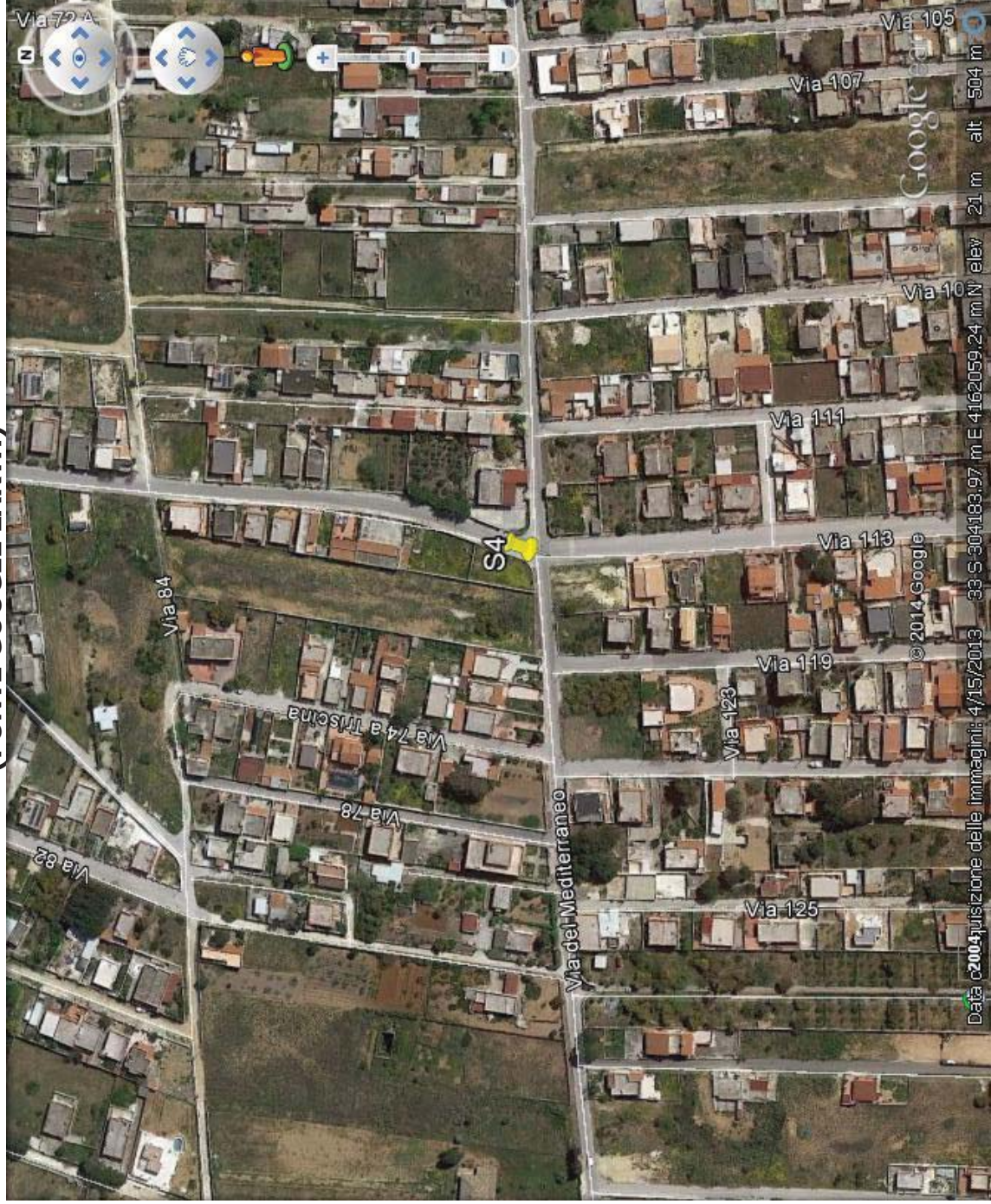


**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR3  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**



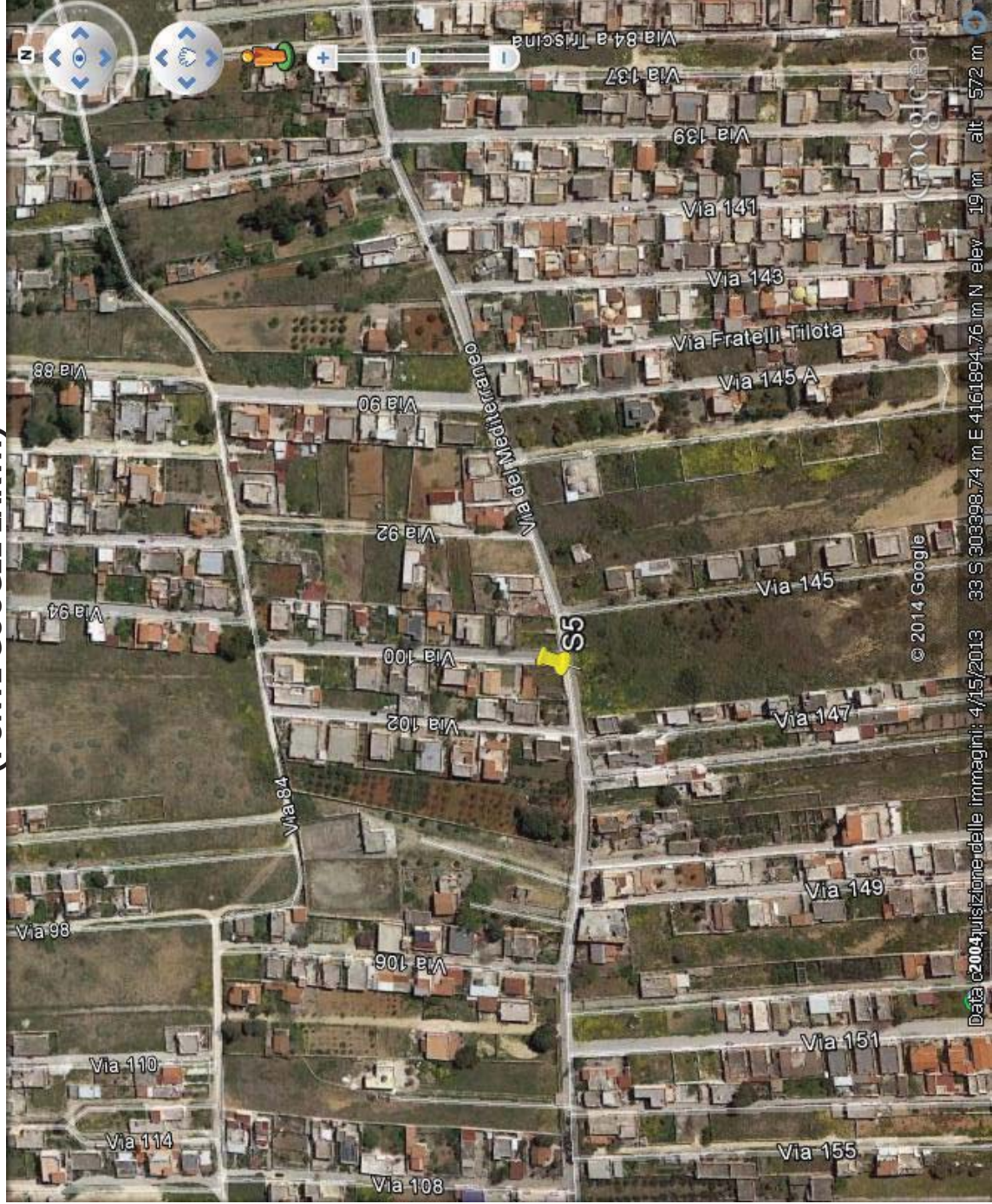


**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR4  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**





**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR5  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**





**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR6  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**



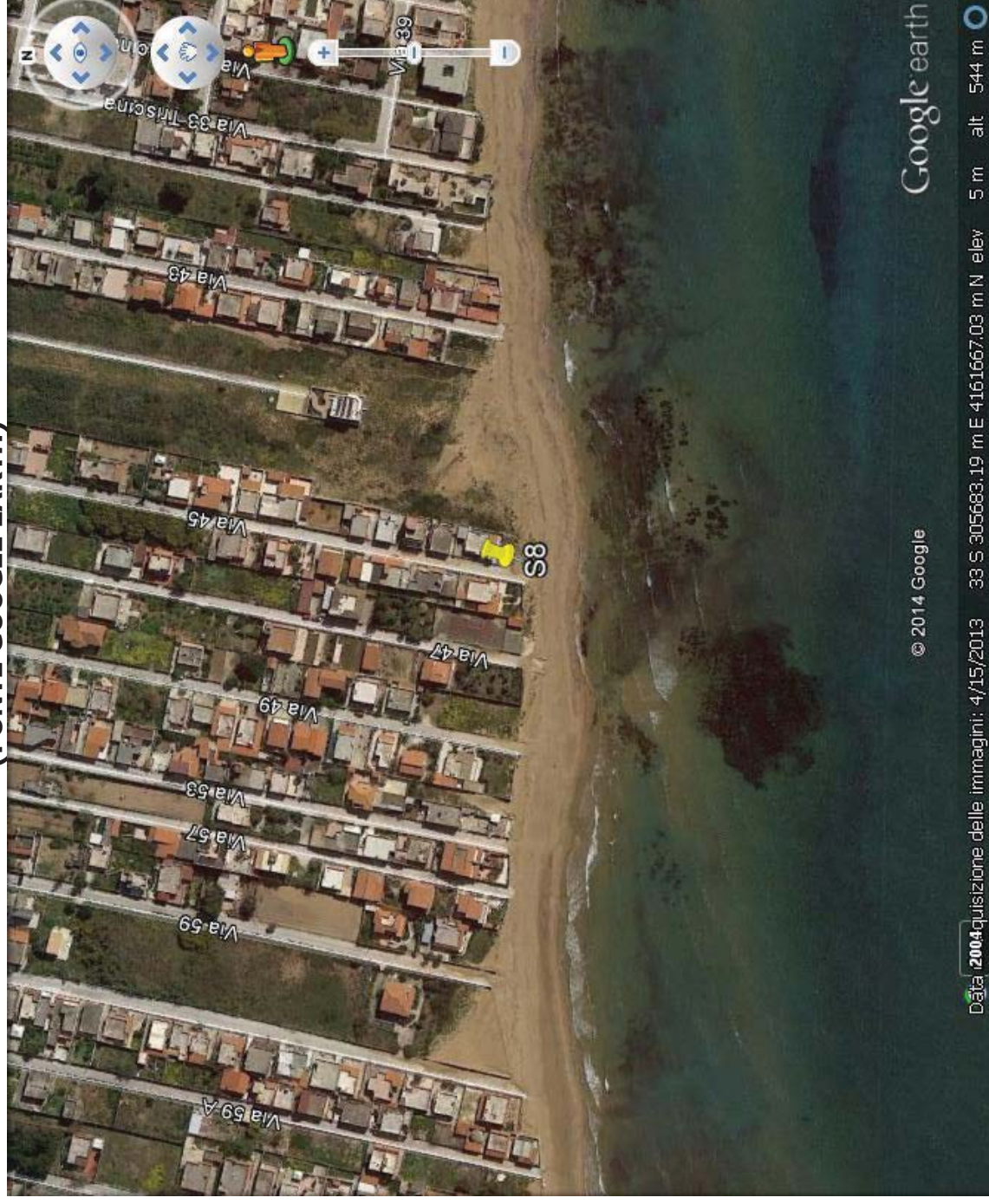


**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR7  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**

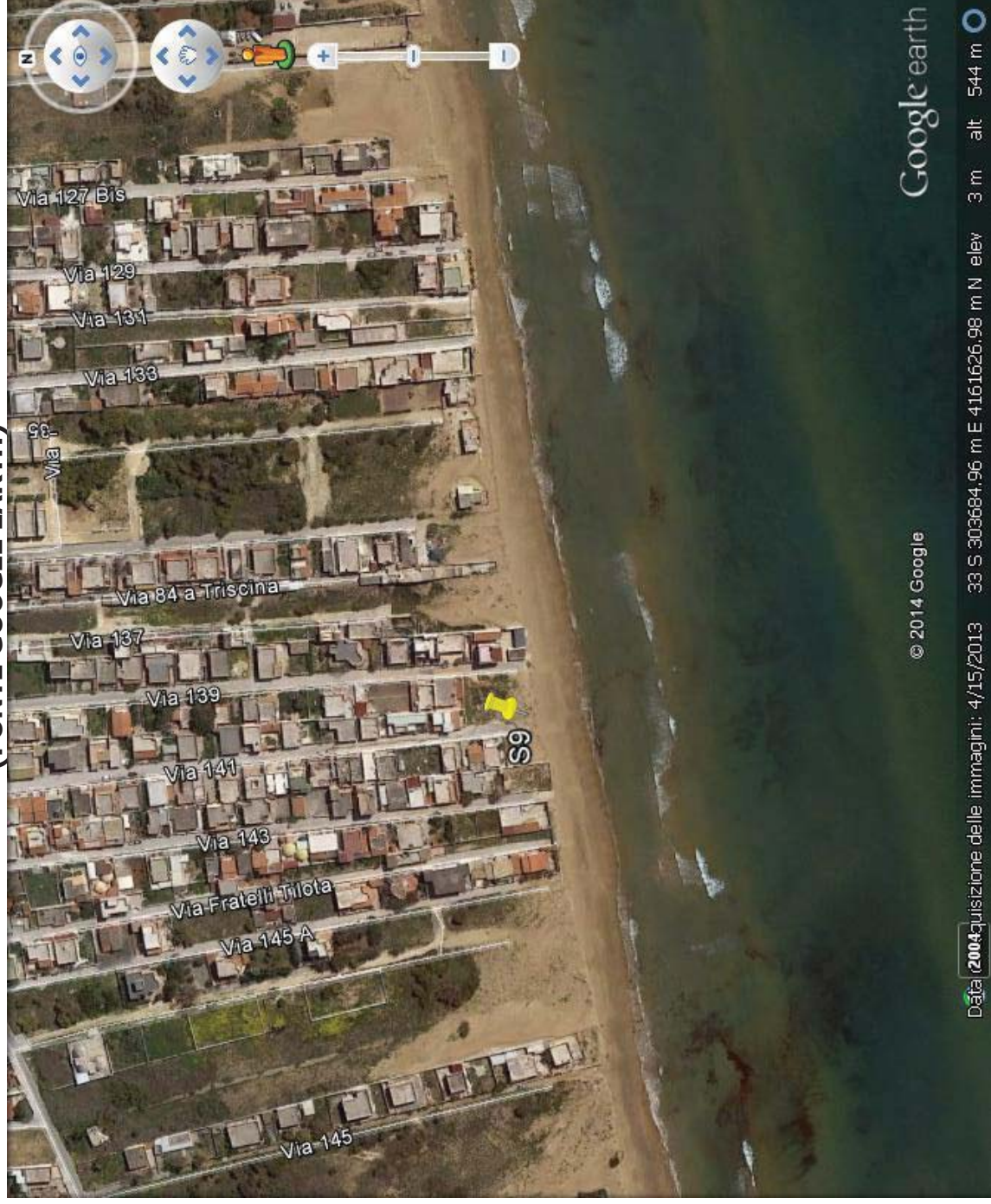




**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR8  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**

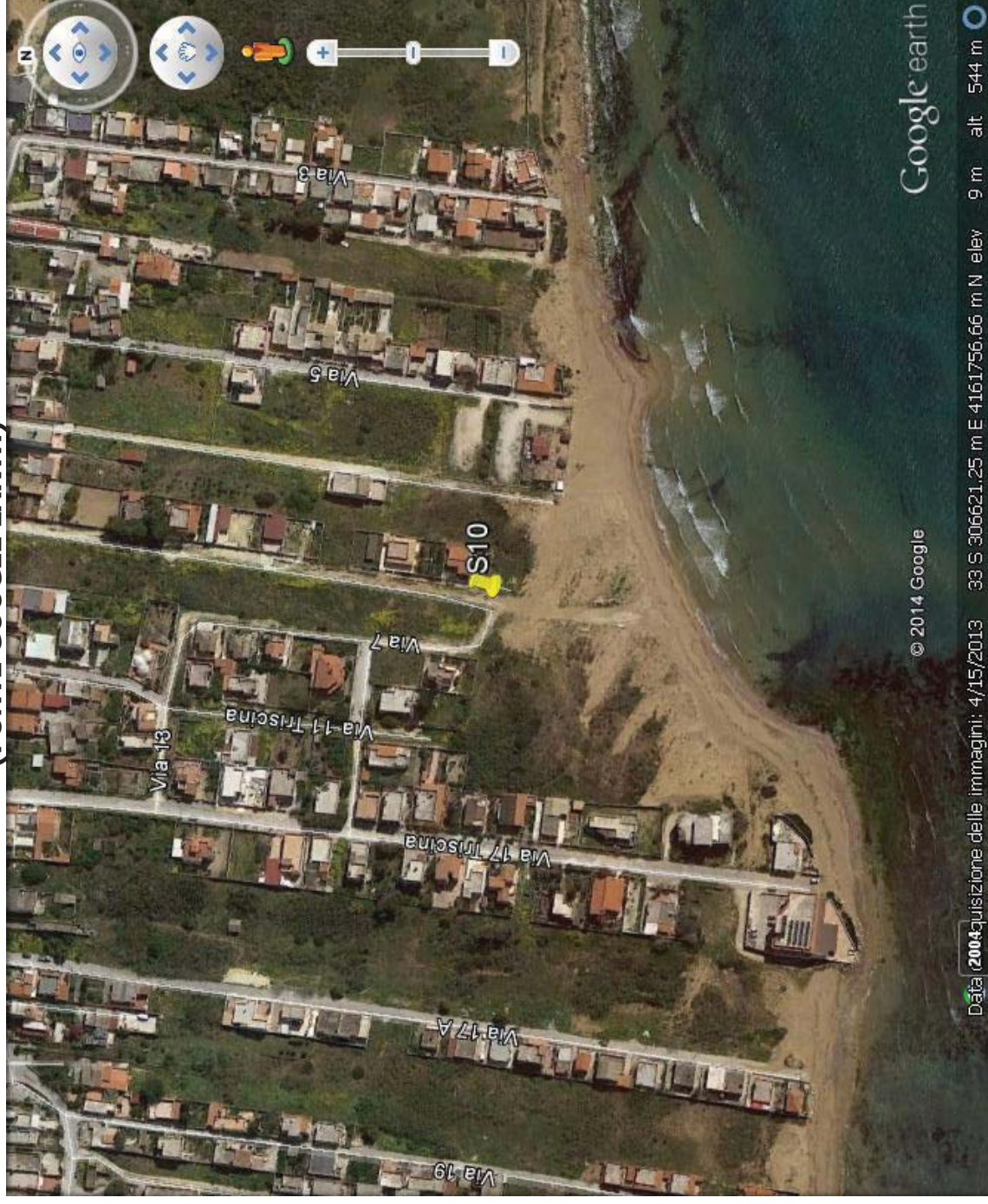


**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR9  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**





**UBICAZIONE INDAGINE TROMOGRAFICA TR10  
SU STRALCIO ORTOFOTO SCALA NON DEFINITA  
(FONTE GOOGLE EARTH)**



#### 7.4. Rapporti di prova dell'indagine di sismica M.A.S.W.





Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni



Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

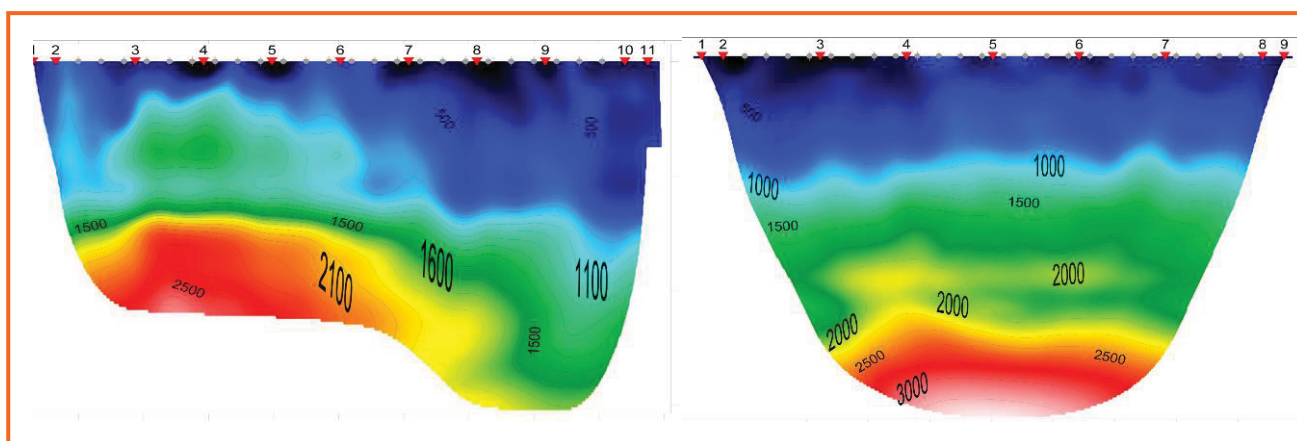
## OGGETTO DEI LAVORI

**PROCEDURA APERTA PER L’AFFIDAMENTO DELL’INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA “REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL’IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA”, NEL COMUNE DI CASTELVETRANO**

## COMMITTENTE

**CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE**

## **INDAGINE SISMICA MASW**



 Il tecnico  
Dott. Geol. Antonio Mendolia

 Il tecnico  
Dott. Geol. Antonino Ardagna





Laboratorio di indagini Geotecniche sui terreni

## **INDICE**

PREMESSA

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

INDAGINI MASW E CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI

CONCLUSIONI



Laboratorio di indagini Geotecniche sui terreni

## PREMESSA

Su incarico ricevuto da parte del committente **CONCISE CONSORZIO S TABILE SO CIETÀ CONSORTILE** sono state eseguite QUATTRO indagini sismiche di tipo MASW a supporto della **PROCEDURA APERTA PER L’AFFIDAMENTO DE LL’INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PER ELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL’IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA”, NEL COMUNE DI CASTEL VETRANO** le considerazioni che vengono riportate di seguito sono il risultato delle indagini sismiche effettuate, della verifica e del rilevamento dei litotipi affioranti nell’area in esame ed in una porzione significativamente estesa al contorno.

La campagna di indagine ha previsto l’esecuzione di n° 04 stendimenti sismici denominati MASW T01, T02, T03 e T04, tutti di lunghezza pari a 72 m.

La presente metodologia ha permesso di evidenziare semi-quantitativamente le geometrie del substrato identificando discontinuità presenti e legate a probabili variazioni litologiche.



## **1. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

La strumentazione utilizzata è costituita da:

- sismografo Ambrogeo Echo 48/2012 - 48 canali – 24 bit che permette l’acquisizione e rappresentazione degli impulsi sismici su PC consentendo una prima operazione di filtraggio e taratura dei dati in sito; i segnali sismici ottenuti vengono registrati simultaneamente sul disco fisso del PC. Inoltre, lo strumento è dotato di sistema di controllo analogico/digitale dei guadagni con funzione di sommatoria dei segnali sismici che consente di ottimizzare il rapporto segnale-rumore;
- geofoni 4.5 Hz verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile (con relativo cavo di collegamento a 48 connettori) che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti delle onde sismiche all’interno del terreno;
- cavi sismici ad attacco multipolare muniti di connettori CANNON 54 poli;
- unità esterna di immagazzinamento e memorizzazione dati che permette la verifica dei segnali in situ con possibilità di eventuale trattamento e filtraggio dati

L’ “energizzazione” delle onde nel terreno, è stata realizzata mediante massa battente del peso di 8 kg su apposita piastra metallica opportunamente collocata sullo stesso.

Il software di acquisizione e interfaccia dati utilizzato durante l’esecuzione degli stendimenti sismici è AMBROGEO ECHO 48/2012 vers. Apr. 2014



### 3. INDAGINI MASW E CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI

Per l'esecuzione dello stendimento sono stati utilizzati 24 geofoni con passo 3.0 metri per un totale di 72 metri lineari con due offset complessivi rispettivamente posti a  $\pm 3.0$  m.

Le Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 14 gennaio 2008), la normativa tecnica europea gli Eurocodici EC 7 e EC 8 e le più avanzate normative internazionali disciplinano la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche e la valutazione della sicurezza e degli interventi di adeguamento su edifici soggetti al medesimo tipo di azioni.

Tale norma ha lo scopo di assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile.

Fra le novità più importanti della nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica:

Estensione della zonazione sismica a tutto il territorio nazionale

L'abbandono del metodo delle tensioni ammissibili in favore del metodo di verifica agli stati limite su edifici soggetti al medesimo tipo di azioni

Una maggiore attenzione verso una corretta modellazione strutturale

L'apertura verso analisi di tipo non lineare

Ci adegua allo standard europeo e mondiale

La nuova normativa ha introdotto la classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto in 5+2 categorie sulla base della VS30

Il profilo delle onde di taglio Vs nei primi 30 m di profondità risulta necessario per:

valutare l'azione sismica di progetto al livello delle fondazioni di qualunque struttura

valutare il rischio di liquefazione del terreno in sito

valutare rischi di instabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno

valutare i cedimenti dei rilevati stradali, delle opere di sostegno, delle fondazioni degli edifici  
valutare la trasmissione delle vibrazioni generate dai treni, dalle macchine vibranti, dalle esplosioni in superficie o in sotterraneo, dal traffico veicolare Il parametro VS30 è il parametro geofisico che rappresenta meglio la variabilità geotecnica dei materiali geologici presenti nel sottosuolo: rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 metri di profondità.

È calcolato mediante la seguente espressione

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$



Dove:

$V_i$ : velocità delle onde S dello strato  $i$ -esimo

$h_i$ : spessore in metri dello strato  $i$ -esimo

$N$ : numero di strati presenti nei primi 30 metri

In base al valore della  $VS_{30}$  si identificano le seguenti 5 categorie del suolo di fondazione (Classificazione del tipo di suolo secondo NTC 14 gennaio 2008):

Suolo	Descrizione geotecnica	$Vs_{30}(m/s)$
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $Vs_{30} > 800$ m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 metri	$>800$
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $Vs_{30}$ compresi tra $360 \div 800$ m/s ( ovvero $N_{stp,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} > 250$ KPa nei terreni a grana fine).	$360 \div 800$
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $Vs_{30}$ compresi tra $180 \div 360$ m/s (ovvero $15 < N_{stp,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250$ KPa nei terreni a grana fine).	$180 \div 360$
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $Vs_{30} < 180$ m/s (ovvero $N_{stp,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} < 70$ KPa nei terreni a grana fine).	$<180$
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D con spessore non superiore a 20 metri posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).	
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $Vs_{30} < 100$ m/s ( ovvero $10 \text{ KPa} < C_{u, 30} < 20 \text{ KPa}$ , che includono uno strato di almeno 8 metri di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 metri di torba o di argille altamente organiche.	$<100$
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	

Le tecniche investigative per l'acquisizione di questo parametro sono essenzialmente di tre tipi:

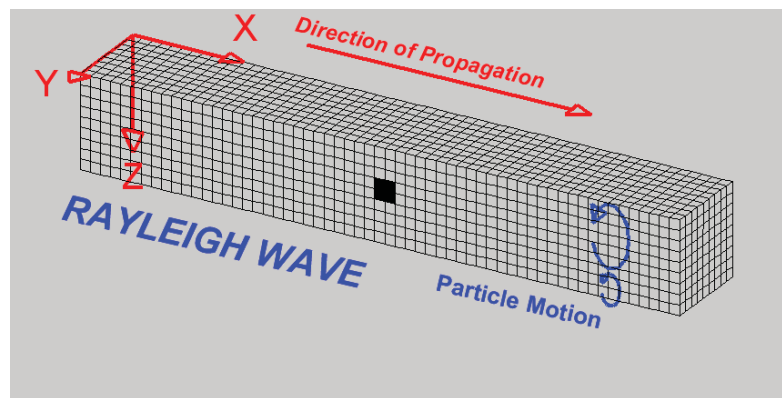
- Prove in foro (down hole e cross hole);
- Profili sismici (riflessione o rifrazione) con geofoni orizzontali ed energizzatori di onde SH;
- Modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh (SASW, MASW e Refraction Microtremor) e l'impiego di geofoni verticali.

La tecnica MASW, utilizzata per il presente studio, consente una modellazione del sottosuolo

mediante l'analisi delle onde di Rayleigh.

Le onde di Rayleigh sono generate dall'interazione tra onde di pressione (P) e le onde di taglio verticali (SV) ogni qualvolta esiste una superficie libera in un mezzo omogeneo ed isotropo.

Alla superficie libera hanno moto ellittico retrogrado (moto antiorario) che si inverte ad una profondità di  $\lambda/2\pi$  : possono esser viste come la sovrapposizione di due componenti separate, una longitudinale e l'altra trasversale, che si propagano lungo la superficie con la stessa velocità ma con differente attenuazione con la profondità.

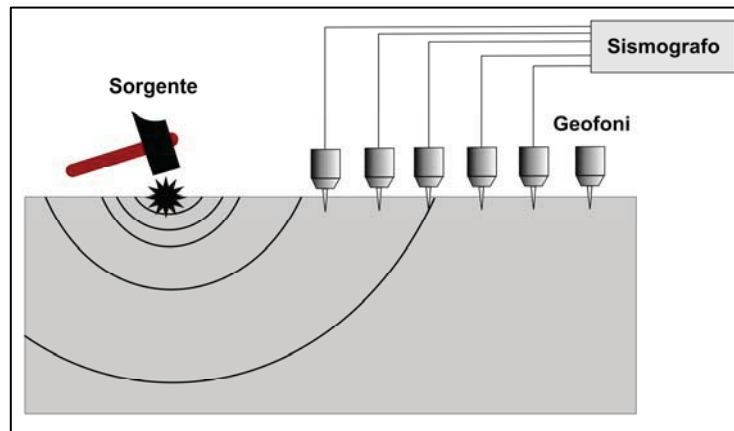


Tali onde vengono considerate perché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).

La propagazione delle onde di Rayleigh – anche se influenzata dalla  $V_p$  e della densità - è funzione innanzitutto della  $V_s$  (parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito).

La tecnica MASW può essere schematizzata in tre punti:

acquisizione dei dati di campo: utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione, acquisizione dei dati con comuni geofoni a componente verticale particolarmente sensibili alle basse frequenze, geofoni da 4.5 Hz, registrazione simultanea di 12 o più canali.



determinazione della Curva di Dispersione (valutazione dello spettro di velocità);

inversione della curva di dispersione interpretata per ottenere il profilo verticale delle Vs che descrive la variazione di Vs con la profondità.

Nelle pagine seguenti si riportano i tabulati ed i grafici della stesa MASW eseguita.





## CONCLUSIONI

Dai valori delle velocità di propagazione delle onde sismiche nonché dalla forma delle varie dromocrone, assimilabile più ad una spezzata che ad una curva, e considerando i risultati delle stese MASW, emerge che il sottosuolo dell'area indagata è così costituito (si riporta di seguito una tabella riassuntiva):

### STESA SISMICA MASW T01

STESA SISMICA	STRATO	Velocità Media delle Onde Sismiche Secondarie m/sec	SPESSORE – metri - litologia
MASW T01	1 (BASSO GRADO DI CONSISTENZA + SPESSORE RIDOTTO DI ALTERAZIONE)	355.43	<u>7.77</u> - litotipi di bassa consistenza
	2 (MEDIO-BUONO GRADO DI CONSISTENZA)	491.65	<u>22.23</u> - litotipi di media consistenza

STESA SISMICA MASW	<u>Vs30(m/sec)</u>	Possibile tipo di Suolo	DESCRIZIONE GEOTECNICA
MASW T01	447.26	<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360÷800 m/s ( ovvero $N_{stp,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} > 250$ KPa nei terreni a grana fine).



Laboratorio di indagini Geotecniche sui terreni

## SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>SISMICA A RIFRAZIONE</b>	<b>DO</b>	<b>WN HOLE</b>	<b>MASW</b>	<b>x</b>
Nome stendimento	<b>MASW T01</b>				
Ubicazione	<b>VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA</b>				
Strumento utilizzato	<b>AMBROGEO ECHO 48/2012</b>				
Operatore	Geol. Vito F. Ingrassia, Geol. Filippo Di Pietra				
N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D	<b>24/48</b>				
Geofoni verticali modello/marca	<b>R.T. Clark a bobina mobile frequenza 4.5 Hz</b>				
Geofoni orizzontali modello/marca					
Lunghezza stendimento	<b>72 metri + offset – 3.0 m</b>				
Interdistanza geofonica onde P/Rayleigh	<b>3.00 metri</b>				
Interdistanza geofonica onde S					
n. tiri eseguiti onde P	<b>2</b>				
n. tiri eseguiti onde S					
Sistema di energizzazione	<b>Massa battente 8 kg</b>				
Lunghezza finestra acquisizione msec	<b>2 sec.</b>				
Filtro applicato	<b>500-700 Hz</b>				
Funzioni sommatorie applicate	<b>no</b>				
Programma utilizzato per acquisizione	<b>Ambrogeo echo 48/2012 utility vers. apr. 2014</b>				
Programma utilizzato per elaborazione dati	<b>geopsy - Dinver (Sesarray) – Vscope 2.2.82</b>				
Allegati al presente documento	<b>Sezioni interpretative</b>				

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

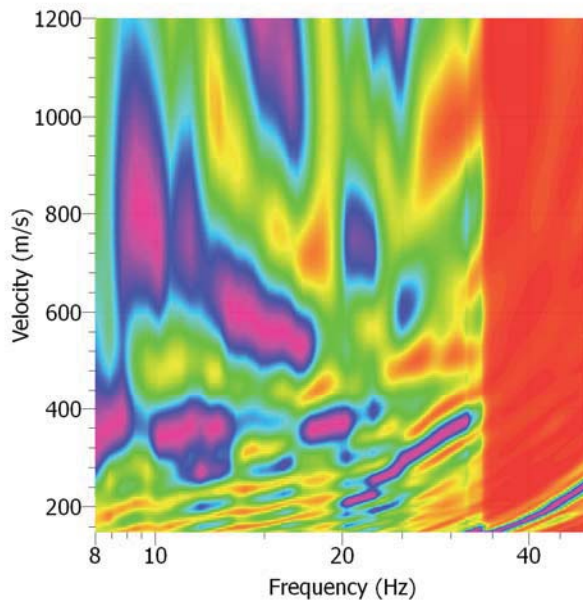




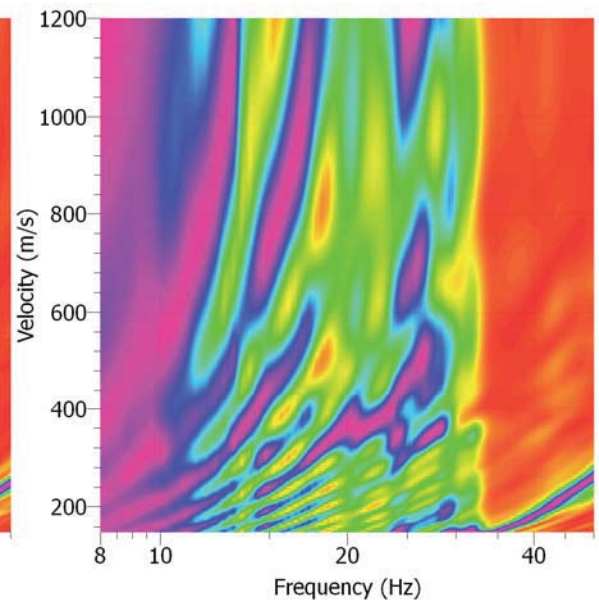
Laboratorio di indagini Geotecniche sui terreni

CURVE DI DISPERSIONE RELATIVE AI 2 SEGNALE OTTENUTI DALLE DIVERSE CONFIGURAZIONI  
DI ENERGIZZAZIONE (SCOPPI) STENDIMENTO MASW T01

Shot at (-3, 0, 0), time=2014-07-01 16:19:30



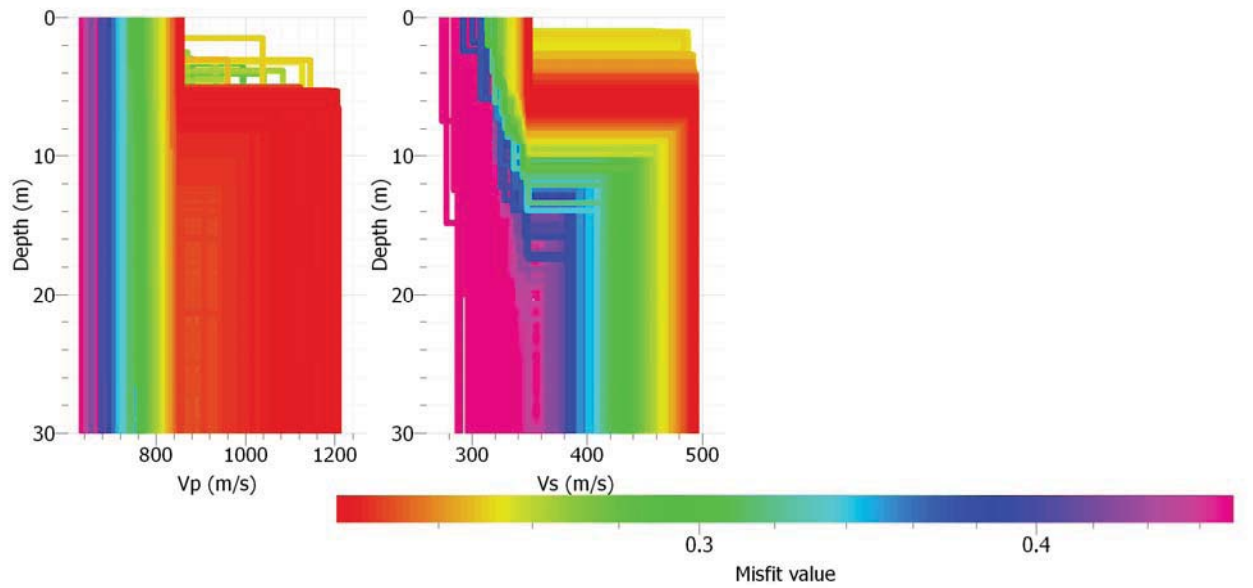
Shot at (72, 0, 0), time=2014-07-01 16:17:20





## PROFILO VERTICALE DELLE VELOCITA' OTTENUTE DALL'INTERPRETAZIONE DELLE CURVE SOPRASTANTI

### STENDIMENTO MASW T01





### STESA SISMICA MASW T02

STESA SISMICA	STRATO	Velocità Media delle Onde Sismiche Secondarie m/sec	SPESSORE – metri - litologia
MASW T02	1 (BASSO GRADO DI CONSISTENZA + SPESSORE RIDOTTO DI ALTERAZIONE)	337.91	<u>22.91</u> - litotipi di bassa consistenza
	2 (MEDIO-BUONO GRADO DI CONSISTENZA)	451.45	<u>7.09</u> - litotipi di media consistenza

STESA SISMICA MASW	<u>Vs30(m/sec)</u>	Possibile tipo di Suolo	DESCRIZIONE GEOTECNICA
MASW T02	359.26	<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180÷360 m/s (ovvero $15 < N_{st,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250$ KPa nei terreni a grana fine).



Laboratorio di indagini Geotecniche sui terreni

### SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>SISMICA A RIFRAZIONE</b>	<b>DO</b>	<b>WN HOLE</b>	<b>MASW</b>	<b>x</b>
Nome stendimento	<b>MASW T02</b>				
Ubicazione	<b>VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA</b>				
Strumento utilizzato	<b>AMBROGEO ECHO 48/2012</b>				
Operatore	Geol. Vito F. Ingrassia, Geol. Filippo Di Pietra				
N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D	<b>24/48</b>				
Geofoni verticali modello/marca	<b>R.T. Clark a bobina mobile frequenza 4.5 Hz</b>				
Geofoni orizzontali modello/marca					
Lunghezza stendimento	<b>72 metri + offset – 3.0 m</b>				
Interdistanza geofonica onde P/Rayleigh	<b>3.00 metri</b>				
Interdistanza geofonica onde S					
n. tiri eseguiti onde P	<b>2</b>				
n. tiri eseguiti onde S					
Sistema di energizzazione	<b>Massa battente 8 kg</b>				
Lunghezza finestra acquisizione msec	<b>2 sec.</b>				
Filtro applicato	<b>500-700 Hz</b>				
Funzioni sommatorie applicate	<b>no</b>				
Programma utilizzato per acquisizione	<b>Ambrogeo echo 48/2012 utility vers. apr. 2014</b>				
Programma utilizzato per elaborazione dati	<b>geopsy - Dinver (Sesarray) – Vscope 2.2.82</b>				
Allegati al presente documento	<b>Sezioni interpretative</b>				

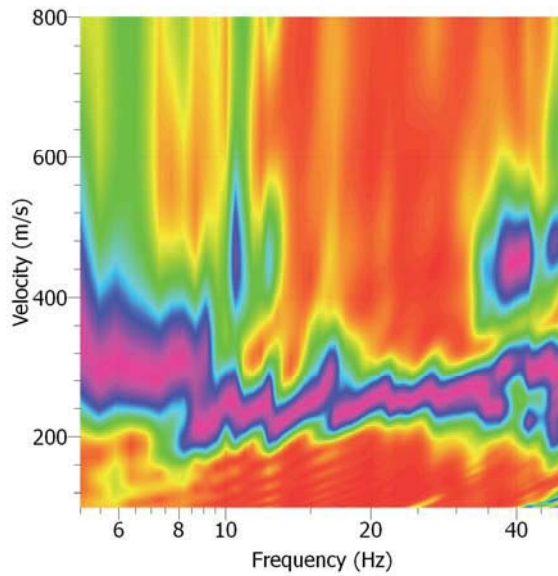
### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



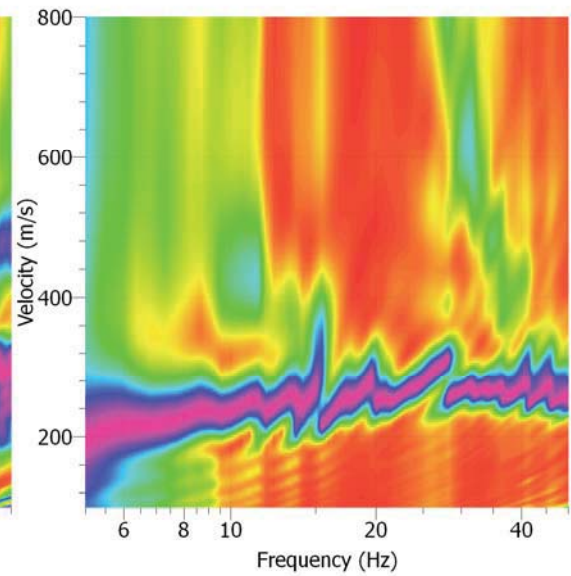


CURVE DI DISPERSIONE RELATIVE AI 2 SEGNALI OTTENUTI DALLE DIVERSE CONFIGURAZIONI  
DI ENERGIZZAZIONE (SCOPPI) STENDIMENTO MASW T02

Shot at (-3, 0, 0), time=2014-07-02 09:27:54



Shot at (72, 0, 0), time=2014-07-02 09:25:32

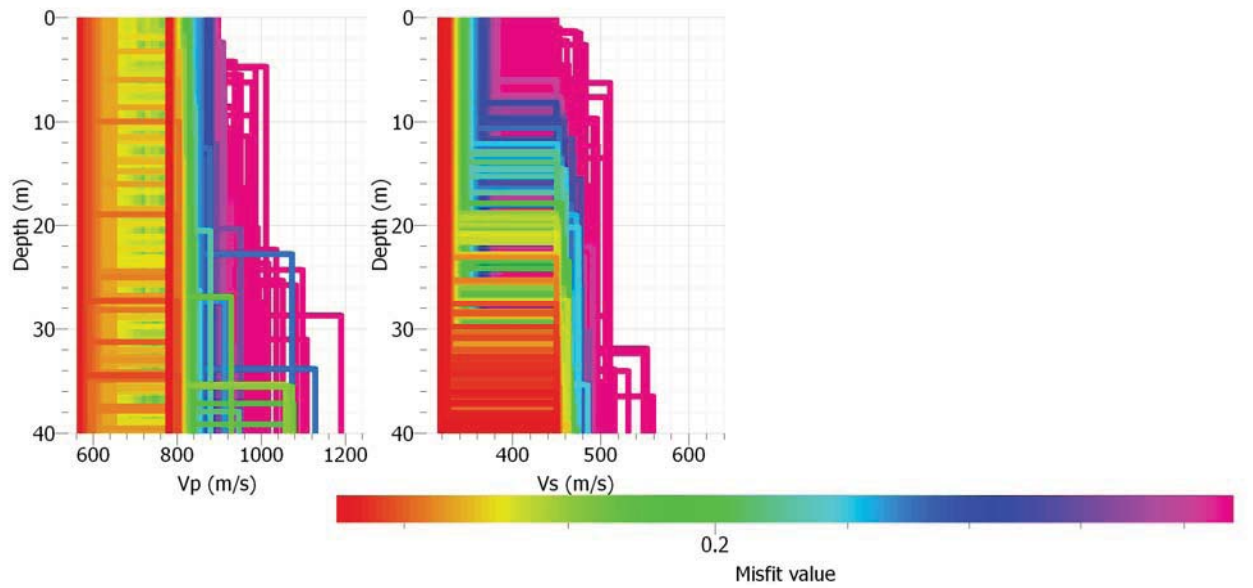






## PROFILO VERTICALE DELLE VELOCITA' OTTENUTE DALL'INTERPRETAZIONE DELLE CURVE SOPRASTANTI

### STENDIMENTO MASW T02





### STESA SISMICA MASW T03

STESA SISMICA	STRATO	Velocità Media delle Onde Sismiche Secondarie m/sec	SPESSORE – metri - litologia
MASW T03	1 (BASSO GRADO DI CONSISTENZA + SPESSORE RIDOTTO DI ALTERAZIONE)	426.35	<u>9.55</u> - litotipi di bassa consistenza
	2 (MEDIO-BUONO GRADO DI CONSISTENZA)	587.22	<u>20.45</u> - litotipi di media consistenza

STESA SISMICA MASW	<u>Vs30(m/sec)</u>	Possibile tipo di Suolo	DESCRIZIONE GEOTECNICA
MASW T03	524.25	<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360÷800 m/s ( ovvero $N_{stp,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} > 250$ KPa nei terreni a grana fine).



Laboratorio di indagini Geotecniche sui terreni

## SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>SISMICA A RIFRAZIONE</b>	<b>DO</b>	<b>WN HOLE</b>	<b>MASW</b>	<b>x</b>
Nome stendimento	<b>MASW T03</b>				
Ubicazione	<b>VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA</b>				
Strumento utilizzato	<b>AMBROGEO ECHO 48/2012</b>				
Operatore	Geol. Vito F. Ingrassia, Geol. Filippo Di Pietra				
N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D	<b>24/48</b>				
Geofoni verticali modello/marca	<b>R.T. Clark a bobina mobile frequenza 4.5 Hz</b>				
Geofoni orizzontali modello/marca					
Lunghezza stendimento	<b>72 metri + offset – 3.0 m</b>				
Interdistanza geofonica onde P/Rayleigh	<b>3.00 metri</b>				
Interdistanza geofonica onde S					
n. tiri eseguiti onde P	<b>2</b>				
n. tiri eseguiti onde S					
Sistema di energizzazione	<b>Massa battente 8 kg</b>				
Lunghezza finestra acquisizione msec	<b>2 sec.</b>				
Filtro applicato	<b>500-700 Hz</b>				
Funzioni sommatorie applicate	<b>no</b>				
Programma utilizzato per acquisizione	<b>Ambrogeo echo 48/2012 utility vers. apr. 2014</b>				
Programma utilizzato per elaborazione dati	<b>geopsy - Dinver (Sesarray) – Vscope 2.2.82</b>				
Allegati al presente documento	<b>Sezioni interpretative</b>				

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

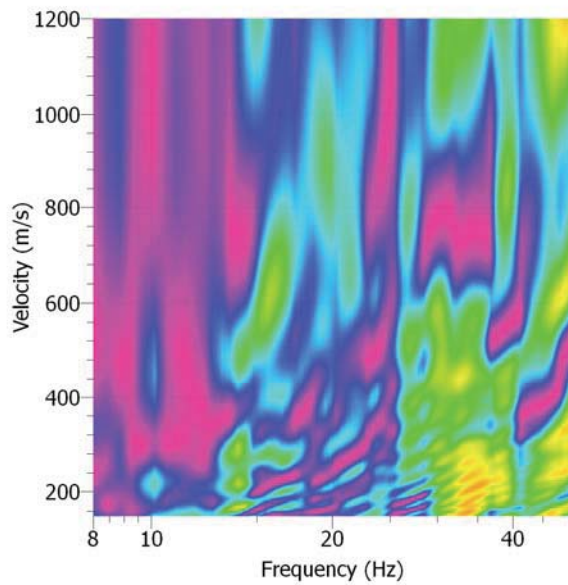




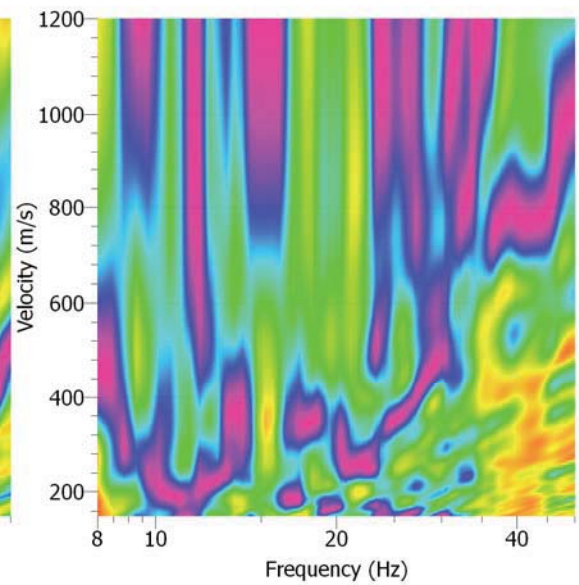
Laboratorio di indagini Geotecniche sui terreni

CURVE DI DISPERSIONE RELATIVE AI 2 SEGNALI OTTENUTI DALLE DIVERSE CONFIGURAZIONI  
DI ENERGIZZAZIONE (SCOPPI) STENDIMENTO MASW T03

Shot at (-3, 0, 0), time=2014-07-02 08:39:22

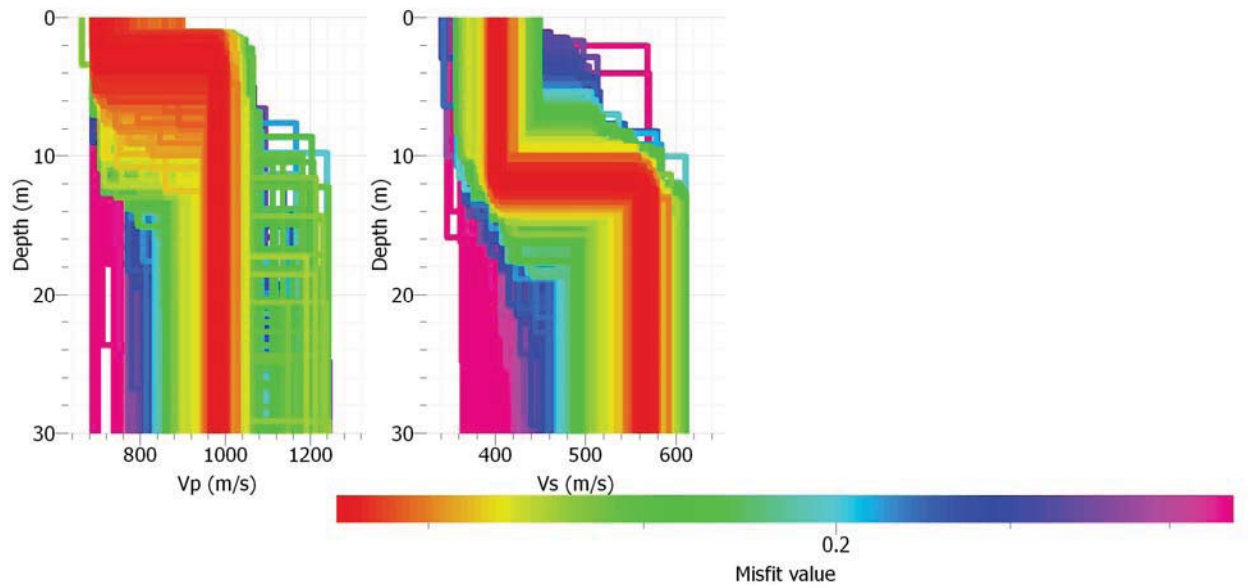


Shot at (72, 0, 0), time=2014-07-02 08:36:58



## PROFILO VERTICALE DELLE VELOCITA' OTTENUTE DALL'INTERPRETAZIONE DELLE CURVE SOPRASTANTI

### STENDIMENTO MASW T03





### **STESA SISMICA MASW T04**

<b>STESA SISMICA</b>	<b>STRATO</b>	<b>Velocità Media delle Onde Sismiche Secondarie m/sec</b>	<b>SPESSORE – metri - litologia</b>
<b>MASW T04</b>	1 (BASSO GRADO DI CONSISTENZA + SPESSORE RIDOTTO DI ALTERAZIONE)	300.87	<u>1.36</u> - litotipi di bassa consistenza
	2 (MEDIO-BUONO GRADO DI CONSISTENZA)	418.20	<u>2.32</u> - litotipi di media consistenza
	3 (MEDIO-BUONO GRADO DI CONSISTENZA)	580.36	<u>26.32</u> - litotipi di media consistenza

<b>STESA SISMICA MASW</b>	<b><u>Vs30(m/sec)</u></b>	<b>Possibile tipo di Suolo</b>	<b>DESCRIZIONE GEOTECNICA</b>
<b>MASW T04</b>	541.33	<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360÷800 m/s ( ovvero $N_{stp,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} > 250$ KPa nei terreni a grana fine).



Laboratorio di indagini Geotecniche sui terreni

## SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<b>Tipo Prospezione:</b>	<b>SISMICA A RIFRAZIONE</b>	<b>DO</b>	<b>WN HOLE</b>	<b>MASW</b>	<b>x</b>
Nome stendimento	<b>MASW T04</b>				
Ubicazione	<b>VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA</b>				
Strumento utilizzato	<b>AMBROGEO ECHO 48/2012</b>				
Operatore	Geol. Vito F. Ingrassia, Geol. Filippo Di Pietra				
N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D	<b>24/48</b>				
Geofoni verticali modello/marca	<b>R.T. Clark a bobina mobile frequenza 4.5 Hz</b>				
Geofoni orizzontali modello/marca					
Lunghezza stendimento	<b>72 metri + offset – 3.0 m</b>				
Interdistanza geofonica onde P/Rayleigh	<b>3.00 metri</b>				
Interdistanza geofonica onde S					
n. tiri eseguiti onde P	<b>2</b>				
n. tiri eseguiti onde S					
Sistema di energizzazione	<b>Massa battente 8 kg</b>				
Lunghezza finestra acquisizione msec	<b>2 sec.</b>				
Filtro applicato	<b>500-700 Hz</b>				
Funzioni sommatorie applicate	<b>no</b>				
Programma utilizzato per acquisizione	<b>Ambrogeo echo 48/2012 utility vers. apr. 2014</b>				
Programma utilizzato per elaborazione dati	<b>geopsy - Dinver (Sesarray) – Vscope 2.2.82</b>				
Allegati al presente documento	<b>Sezioni interpretative</b>				

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

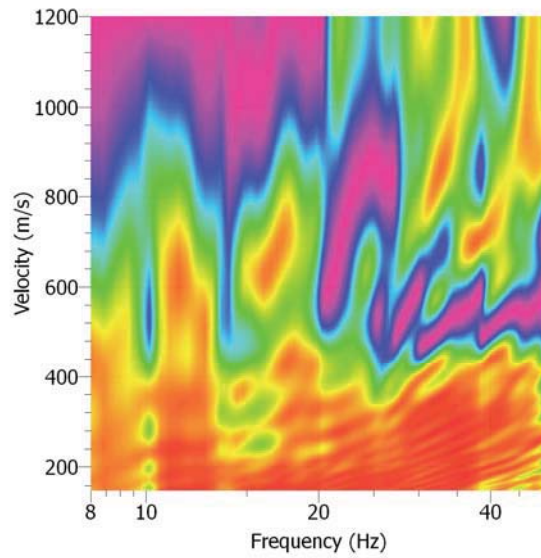




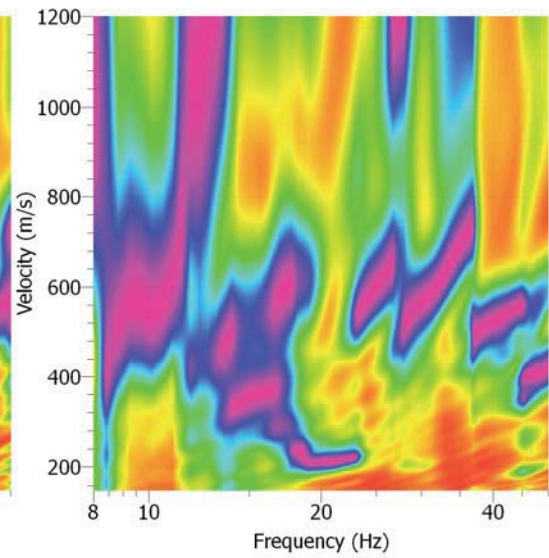


CURVE DI DISPERSIONE RELATIVE AI 2 SEGNALI OTTENUTI DALLE DIVERSE CONFIGURAZIONI  
DI ENERGIZZAZIONE (SCOPPI) STENDIMENTO MASW T04

Shot at (-3, 0, 0), time=2014-07-02 07:30:08



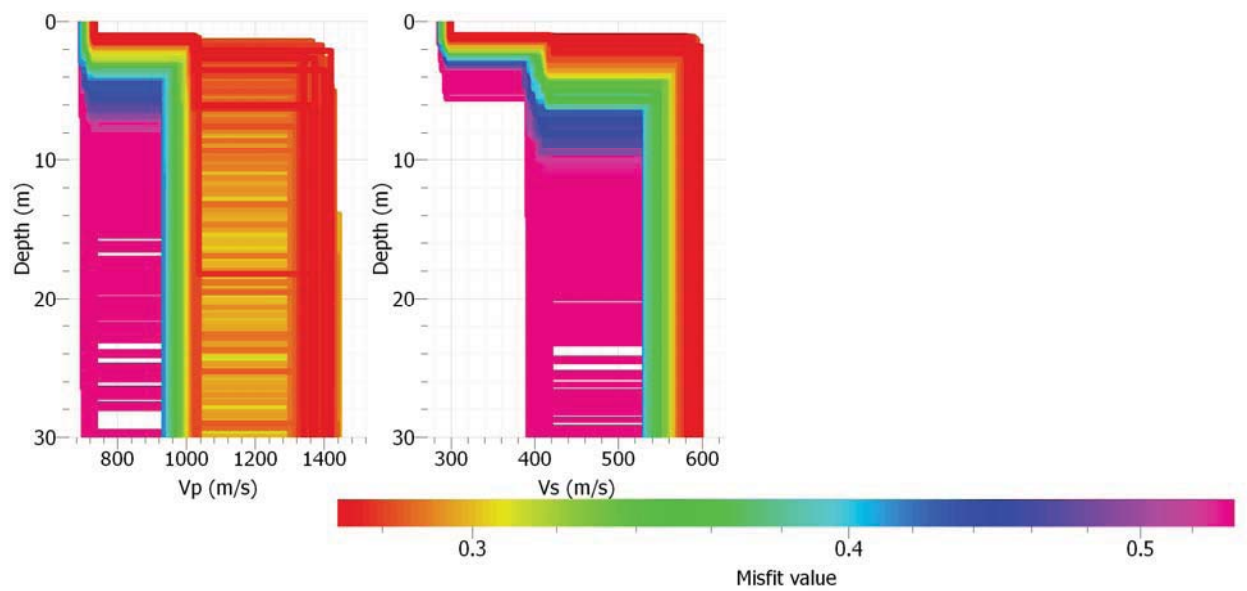
Shot at (72, 0, 0), time=2014-07-02 07:28:06





## PROFILO VERTICALE DELLE VELOCITA' OTTENUTE DALL'INTERPRETAZIONE DELLE CURVE SOPRASTANTI

### STENDIMENTO MASW T04



## 7.5. Rapporti di prova dell'indagine di sismica a rifrazione



Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni



Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

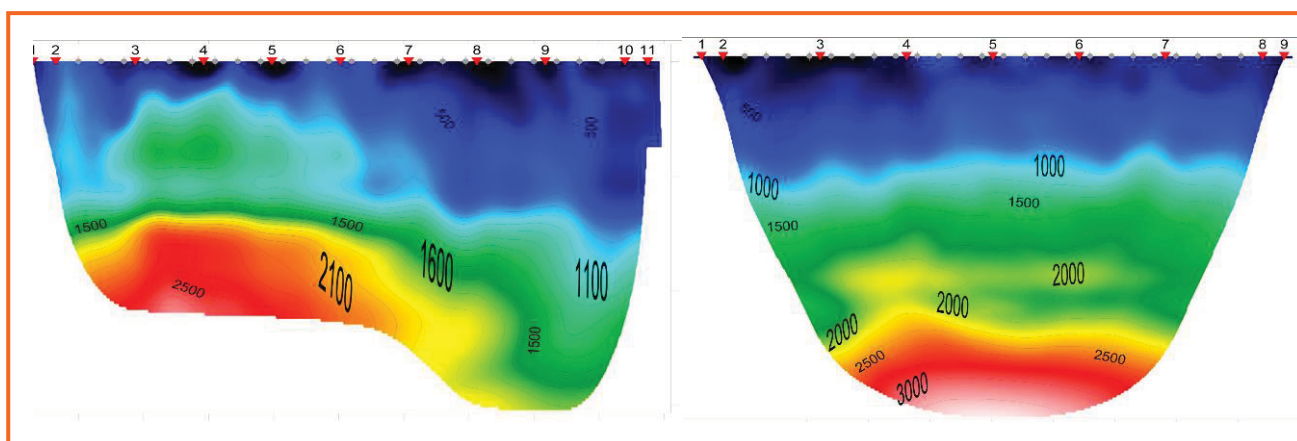
## OGGETTO DEI LAVORI

**PROCEDURA APERTA PER L’AFFIDAMENTO DELL’INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA “REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL’IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA”, NEL COMUNE DI CASTELVETRANO**

## COMMITTENTE

**CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE**

## **INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE**



  
Il tecnico  
Dott. Geol. Antonio Mendolia

  
Il tecnico  
Dott. Geol. Antonino Ardagna



## **INDICE**

### **1. Premessa**

### **2. Metodologia sismica a rifrazione**

### **3. Strumentazione utilizzata**

### **4. Interpretazione dei risultati ottenuti**

#### **4.1. Analisi dei profili sismici**

### **ALLEGATI**

- *profili sismo stratigrafici in elaborazione tomografica onde P;*
- *documentazione fotografica.*



## 1. PREMESSA

Su incarico ricevuto dal committente, **CONCISE CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE** è stata eseguita una campagna di indagini sismiche a rifrazione a supporto dei lavori per la redazione della relazione geologica e l'esecuzione delle indagini a supporto della **"PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO DEI SERVIZI PROFESSIONALI DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DELLO STUDIO GEOLOGICO, DEL COORDINAMENTO PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E DI ESECUZIONE, DELLA DIREZIONE E CONTABILITÀ DEI LAVORI RELATIVI ALLA "REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNARIA DI TRISCINA E COLLETTAMENTO ALL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI VIA ERRANTE VECCHIA", NEL COMUNE DI CASTELVETRANO.**

Le considerazioni che vengono riportate di seguito sono il risultato delle indagini sismiche effettuate, della verifica e del rilevamento dei litotipi affioranti nell'area in esame ed in una porzione significativamente estesa al contorno.

La campagna di indagine ha previsto l'esecuzione di n° 08 stendimenti di sismica a rifrazione denominati T01, T02, T03, T04, T05, T06, T07 e T08 , con passo geofonico adottato 3.0 m, in accordo con le prescrizioni fornite dalla D. L.

La configurazione geometrica dello stendimento ha permesso di ottenere profondità medie di indagine variabili e comunque generalmente non inferiori ai 15.00 metri dal p.c..

Ai fini dell'interpretazione dei dati è stata eseguita dapprima una elaborazione mediante metodologia *G.R.M.* , successivamente i segnali filtrati e trattati sono stati elaborati e restituiti con tecnica tomografica

Pertanto è stato necessario realizzare almeno n° 9 energizzazioni (o "scoppi") di cui quattro esterni allo stendimento sismico.

La presente metodologia ha permesso di evidenziare semiquantitativamente le geometrie del substrato identificando discontinuità presenti e legate a probabili variazioni litologiche. Dalle tracce sismiche ottenute, riportate nella presente relazione, sono state estrapolate le velocità delle onde longitudinali (onde P), i cui tempi di arrivo ai vari geofoni sono stati riportati in un grafico che consente di ricavare una correlazione spazio – tempo (*dromocrone*).



E' stato inoltre eseguito un rilievo piano altimetrico dei geofoni permettendo di tarare la profondità dei rifrattori rispetto al posizionamento dei geofoni stessi.

## **2. METODOLOGIA SISMICA A RIFRAZIONE**

Le indagini geosismiche sono state realizzate avvalendosi del metodo sismico a rifrazione che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) e trasversali (onde S) nel sottosuolo.

Tali onde vengono generate, e si propagano nel terreno, ogniquale volta quest'ultimo venga sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale sia artificiale.

Nel caso in esame sono stati creati artificialmente degli impulsi mediante l'utilizzo di una massa battente o energizzatore sismico "mini bang". Quando il suolo viene "energizzato" artificialmente si propagano in esso diversi tipi di onde sismiche, da quelle superficiali di maggiore ampiezza, a quelle più veloci longitudinali (onde P) ed ancora a quelle trasversali (onde S). Per i nostri scopi, sono state utilizzate solamente le onde P.

Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla composizione litologica di massima dei terreni con indicazione dei relativi spessori. Un limite, invece, è costituito dal fenomeno di mascheramento dovuto all'impossibilità di rivelare strati a bassa velocità sottostanti a strati con velocità più elevate o, ancora, di riconoscere livelli stratigrafici di spessore esiguo.

La presenza di uno strato a bassa velocità, o di eventuali cavità, introduce errori nella valutazione della profondità dei rifrattori più profondi. Tali errori possono essere corretti mediante punti di taratura ricavati tramite sondaggi geognostici o con altre tipologie di indagini dirette.



### **3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

La strumentazione utilizzata è costituita da:

- sismografo Ambrogeo Echo 48/2002 - 48 canali – 24 bit che permette l’acquisizione e rappresentazione degli impulsi sismici su PC consentendo una prima operazione di filtraggio e taratura dei dati in sito; i segnali sismici ottenuti vengono registrati simultaneamente sul disco fisso del PC. Inoltre, lo strumento è dotato di sistema di controllo analogico/digitale dei guadagni con funzione di sommatoria dei segnali sismici che consente di ottimizzare il rapporto segnale-rumore;
- geofoni 10 Hz verticali del tipo elettromagnetico a bobina mobile (con relativo cavo di collegamento a 48 connettori) che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti delle onde sismiche all’interno del terreno;
- cavi sismici ad attacco multipolare muniti di connettori CANNON 54 poli;
- unità esterna di immagazzinamento e memorizzazione dati che permette la verifica dei segnali in situ con possibilità di eventuale trattamento e filtraggio dati

L’ “energizzazione” delle onde di compressione (onde P) nel terreno, è stata realizzata mediante massa battente del peso di 10 kg su apposita piastra metallica opportunamente collocata sullo stesso.

Inoltre laddove problematiche di propagazione del segnale non hanno permesso di individuare chiaramente i treni d’onda ricercati è stata utilizzata una sorgente sismica costituita da un energizzatore (cannoncino Sismico) modello “ISOTTA” calibro 8 debitamente ancorato sul terreno attraverso un preforo realizzato tramite sonda elicoidale manovrata a mano.

Il software di acquisizione e interfaccia dati utilizzato durante l’esecuzione degli stendimenti sismici è AMBROGEO ECHO 48/2012.

#### **4. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI**

L'analisi dei sismogrammi e la successiva rappresentazione grafica dei primi arrivi (onde P) registrati dai geofoni (dromocrone) e dei treni successivi di onde di taglio (onde S), hanno permesso di interpretare i dati ottenuti.

I picking effettuati sulle tracce sismiche (dopo opportuno filtraggio e normalizzazione dei segnali) sono stati trattati dapprima con software Intersism-Geo&soft® utilizzando il metodo GRM; successivamente le tracce acquisite sono state dapprima convertite in formato idoneo all'elaborazione tomografica attraverso software VSCOPE® vers. 2.2.82 quindi poi elaborati con la metodologia predetta attraverso software REYFRAC®; quest'ultimo software utilizza un algoritmo SIRT per la restituzione dei dati.

Nello specifico, mentre il software che si rifà al metodo reciproco generalizzato (G.R.M.) consente di determinare la profondità e le irregolarità dell'interfaccia dei rifrattori non permettendo differenziazioni ulteriori, la metodologia tomografica permette di potere meglio apprezzare variazioni laterali e verticali di velocità utilizzando algoritmi di calcolo più completi rispetto alla metodologia GRM.

Pertanto l'elaborazione tomografica, a dispetto della metodologia GRM, non permette di definire vere e proprie "superfici" di strati rifrattori, bensì potere apprezzare vere e proprie variazioni graduali di velocità sia lateralmente che verticalmente

## **4.1 Analisi dei profili sismici**

### **Stendimento sismico a rifrazione T01**

La restituzione tomografica dei dati ottenuti sul presente sondaggio ha permesso di individuare la presenza di quattro unità sismiche di seguito brevemente descritte:

- una prima unità sismica superficiale, ad andamento irregolare, riconducibile ad uno spessore di terreno agrario/areato superficiale, di scarsa consistenza con spessore variabile tra circa 1.0 m e 4.00 m, con velocità delle onde primarie (ONDE P) comprese tra 400 e 800 m/sec;
- una seconda unità sismica, anch'essa ad andamento irregolare, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media consistenza che si estende fino a una profondità compresa tra 7.00 e 10.00 m dal p.c., avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 900-1300 m/sec;
- una terza unità sismica, ad andamento irregolare, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media consistenza con velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1300-1500 m/sec, a profondità compresa tra 7.00 e 15.00 metri dal P.C.;
- una quarta e ultima unità sismica, anch'essa ad andamento irregolare, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di medio/buona consistenza con velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1500-1900 m/sec.

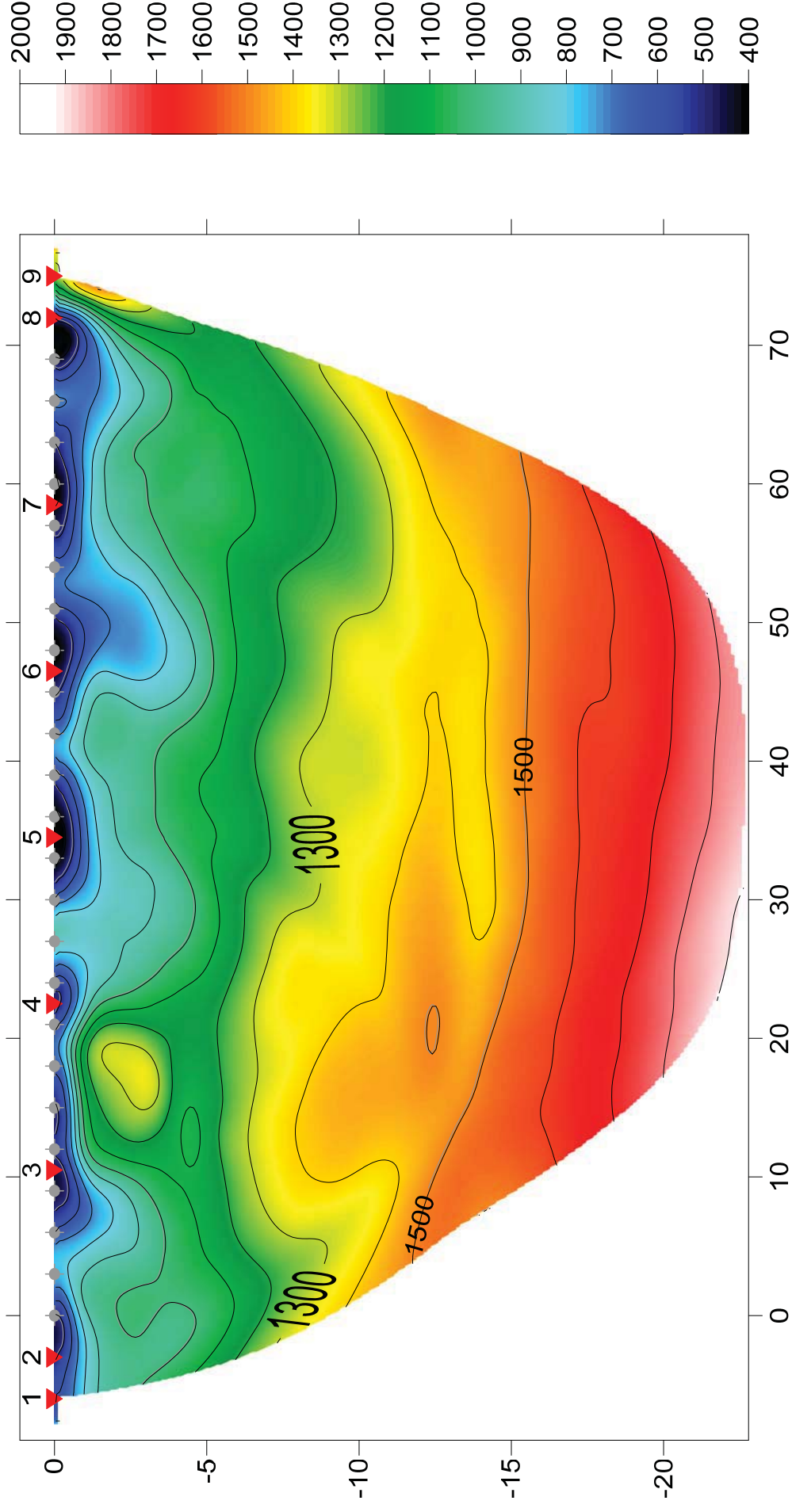
### SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<i>Tipo Prospezione:</i>	<i>SISMICA A RIFRAZIONE</i>	<i>x</i>	<i>DOWN HOLE</i>		<i>MASW</i>	
<b>Nome stendimento</b>	<i>T01</i>					
<b>Ubicazione</b>						
<b>Strumento utilizzato</b>	<i>AMBROGEO ECHO 24/2004</i>					
<b>Operatore</b>	<b><i>Geol. V.F. Ingrassia – Geol. F. Di Pietra</i></b>					
<b>N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D</b>	<i>24/48</i>					
<b>Geofoni verticali modello/marca</b>	<i>R.T. CLARK a bobina mobile frequenza 10 Hz</i>					
<b>Geofoni orizzontali modello/marca</b>	<i>Xx</i>					
<b>Lunghezza stendimento</b>	<i>72 metri onde P + offset 3.0 m – 6.0 m</i>					
<b>Interdistanza geofonica onde P</b>	<i>3.0 metri</i>					
<b>Interdistanza geofonica onde S</b>	<i>Xx</i>					
<b>n. tiri eseguiti onde P</b>	<i>09</i>					
<b>n. tiri eseguiti onde S</b>	<i>Xx</i>					
<b>Sistema di energizzazione</b>	<i>Massa battente 10 kg, - cannoncino sismico "ISOTTA"</i>					
<b>Lunghezza finestra acquisizione msec</b>	<i>200 msec</i>					
<b>Filtro applicato</b>	<i>500-700 Hz</i>					
<b>Funzioni sommatorie applicate</b>	<i>Si</i>					
<b>Programma utilizzato per acquisizione</b>	<i>Ambrogeo echo 48/2010</i>					
<b>Programma utilizzato per elaborazione dati</b>	<i>Intersism (Geo&amp;Soft) – Vscope 2.2.82 – Reyfract vers. 6.2</i>					
<b>Allegati al presente documento</b>	<i>Sezioni interpretative onde P</i>					

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



rete fognaria di Triscina T01, 10 WET iterations, RMS error 3.7 %, Release 3.16



## **Stendimento sismico a rifrazione T02**

La restituzione tomografica dei dati ottenuti sul presente sondaggio ha permesso di individuare la presenza di tre unità sismiche di seguito brevemente descritte:

- una prima unità sismica superficiale, riconducibile ad uno spessore di terreno agrario/areato superficiale, di scarsa consistenza con spessore variabile di circa 3.00 m e velocità delle onde primarie (ONDE P) comprese tra 300 e 800 m/sec;
- una seconda unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media consistenza che si estende fino a una profondità compresa tra 11.00 e 15.00 m dal p.c., avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 900-1200 m/sec;
- una terza e ultima unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media consistenza con velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1300-1600 m/sec.

### SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

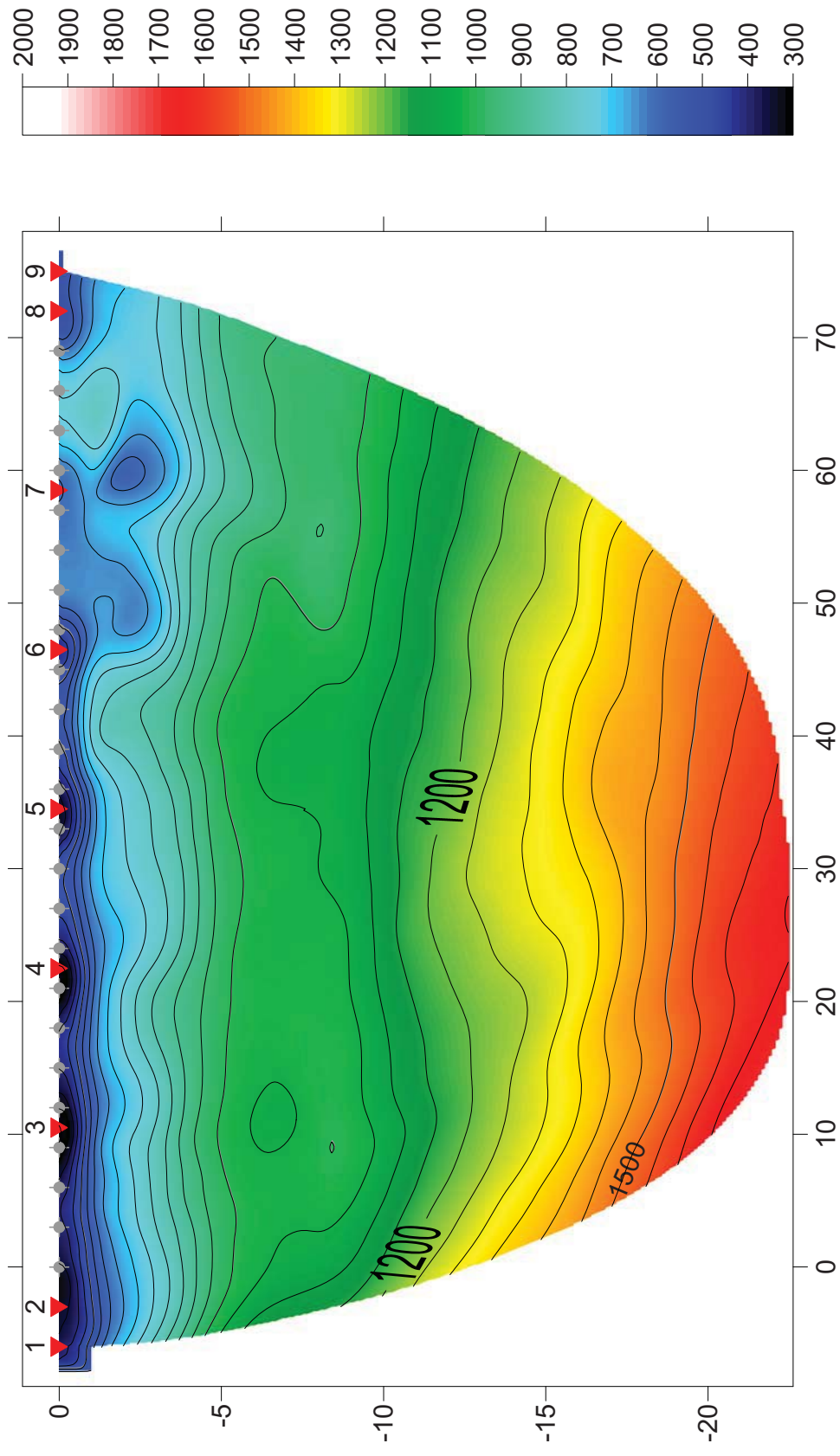
<i>Tipo Prospezione:</i>	<i>SISMICA A RIFRAZIONE</i>	<i>x</i>	<i>DOWN HOLE</i>		<i>MASW</i>	
<b>Nome stendimento</b>	<i>T02</i>					
<b>Ubicazione</b>						
<b>Strumento utilizzato</b>	<i>AMBROGEO ECHO 24/2004</i>					
<b>Operatore</b>	<b><i>Geol. V.F. Ingrassia – Geol. F. Di Pietra</i></b>					
<b>N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D</b>	<i>24/48</i>					
<b>Geofoni verticali modello/marca</b>	<i>R.T. CLARK a bobina mobile frequenza 10 Hz</i>					
<b>Geofoni orizzontali modello/marca</b>	<i>Xx</i>					
<b>Lunghezza stendimento</b>	<i>72 metri onde P + offset 3.0 m – 6.0 m</i>					
<b>Interdistanza geofonica onde P</b>	<i>3.0 metri</i>					
<b>Interdistanza geofonica onde S</b>	<i>Xx</i>					
<b>n. tiri eseguiti onde P</b>	<i>09</i>					
<b>n. tiri eseguiti onde S</b>	<i>Xx</i>					
<b>Sistema di energizzazione</b>	<i>Massa battente 10 kg, - cannoncino sismico "ISOTTA"</i>					
<b>Lunghezza finestra acquisizione msec</b>	<i>200 msec</i>					
<b>Filtro applicato</b>	<i>500-700 Hz</i>					
<b>Funzioni sommatorie applicate</b>	<i>Si</i>					
<b>Programma utilizzato per acquisizione</b>	<i>Ambrogeo echo 48/2010</i>					
<b>Programma utilizzato per elaborazione dati</b>	<i>Intersism (Geo&amp;Soft) – Vscope 2.2.82 – Reyfract vers. 6.2</i>					
<b>Allegati al presente documento</b>	<i>Sezioni interpretative onde P</i>					

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





rete fognaria di Triscina T02, 10 WET iterations, RMS error 1.8 %, Release 3.16



### **Stendimento sismico a rifrazione T03**

La restituzione tomografica dei dati ottenuti sul presente sondaggio ha permesso di individuare la presenza di quinta unità sismiche di seguito brevemente descritte:

- una prima unità sismica superficiale, riconducibile ad uno spessore di calcarenite tenera, affiorante superficialmente, con spessore variabile tra 0.00 e 5.00 m e velocità delle onde primarie (ONDE P) comprese tra 400 e 1400 m/sec;
- una seconda unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media/buona consistenza, che si estende fino a una profondità compresa tra 10.00 e 15.00 m dal p.c., avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1500-2200 m/sec;
- una terza unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di buona consistenza che si estende fino a una profondità compresa tra 13.00 e 20.00 m dal p.c., avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 2300-3200 m/sec;
- una quarta unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di buona consistenza che si estende fino a una profondità compresa tra 20.00 e 25.00 m dal p.c., avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 3200-4000 m/sec;
- una quinta e ultima unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di buona consistenza con velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 4200-5000 m/sec.

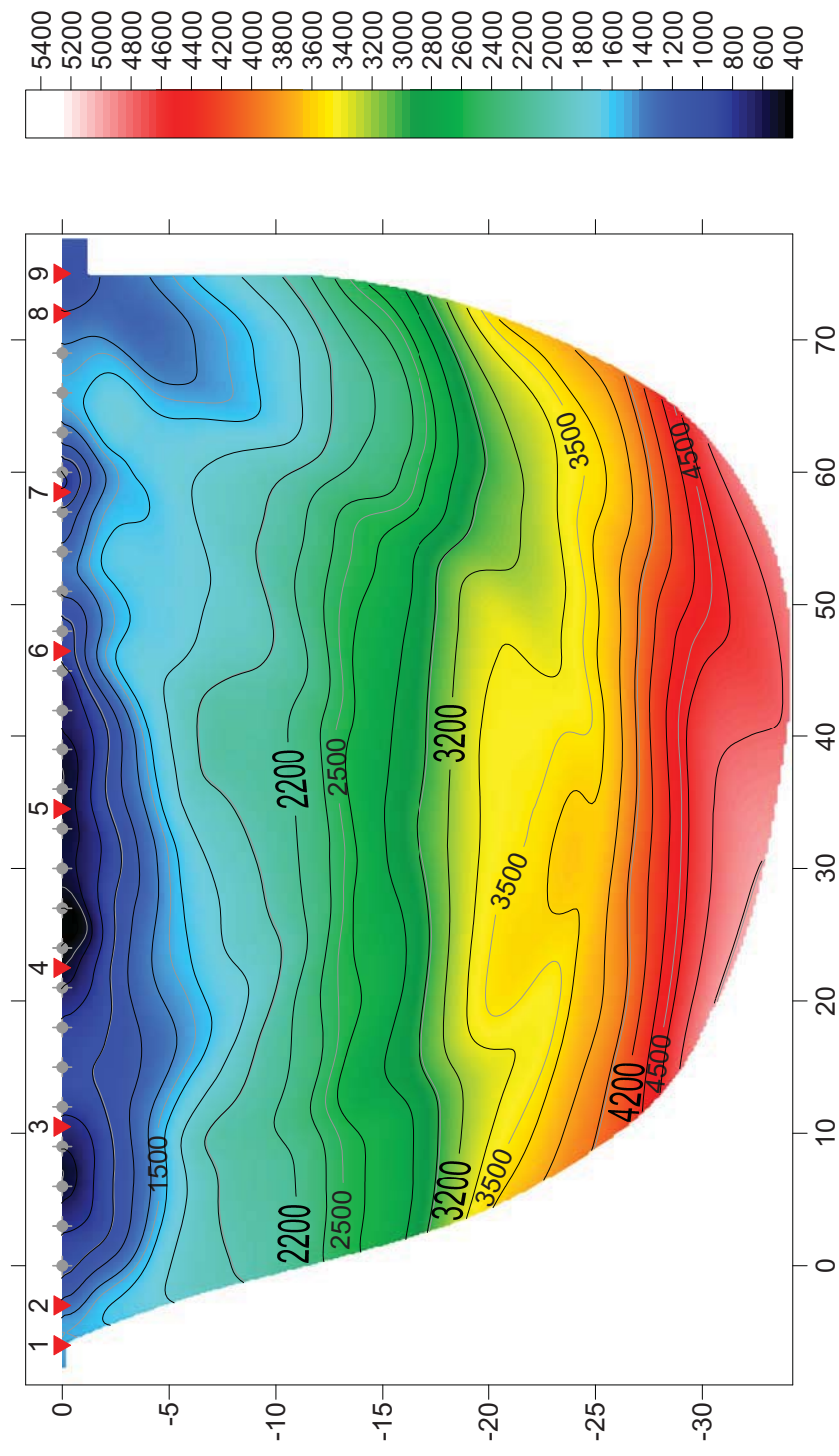
### SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<i>Tipo Prospezione:</i>	<i>SISMICA A RIFRAZIONE</i>	<i>x</i>	<i>DOWN HOLE</i>		<i>MASW</i>	
<b>Nome stendimento</b>	<i>T03</i>					
<b>Ubicazione</b>						
<b>Strumento utilizzato</b>	<i>AMBROGEO ECHO 24/2004</i>					
<b>Operatore</b>	<b><i>Geol. V.F. Ingrassia – Geol. F. Di Pietra</i></b>					
<b>N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D</b>	<i>24/48</i>					
<b>Geofoni verticali modello/marca</b>	<i>R.T. CLARK a bobina mobile frequenza 10 Hz</i>					
<b>Geofoni orizzontali modello/marca</b>	<i>Xx</i>					
<b>Lunghezza stendimento</b>	<i>72 metri onde P + offset 3.0 m – 6.0 m</i>					
<b>Interdistanza geofonica onde P</b>	<i>3.0 metri</i>					
<b>Interdistanza geofonica onde S</b>	<i>Xx</i>					
<b>n. tiri eseguiti onde P</b>	<i>09</i>					
<b>n. tiri eseguiti onde S</b>	<i>Xx</i>					
<b>Sistema di energizzazione</b>	<i>Massa battente 10 kg, - cannoncino sismico "ISOTTA"</i>					
<b>Lunghezza finestra acquisizione msec</b>	<i>200 msec</i>					
<b>Filtro applicato</b>	<i>500-700 Hz</i>					
<b>Funzioni sommatorie applicate</b>	<i>Si</i>					
<b>Programma utilizzato per acquisizione</b>	<i>Ambrogeo echo 48/2010</i>					
<b>Programma utilizzato per elaborazione dati</b>	<i>Intersism (Geo&amp;Soft) – Vscope 2.2.82 – Reyfract vers. 6.2</i>					
<b>Allegati al presente documento</b>	<i>Sezioni interpretative onde P</i>					

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



rete fognaria di Triscina T03, 10 WET iterations, RMS error 4.0 %, Release 3.16



### **Stendimento sismico a rifrazione T04**

La restituzione tomografica dei dati ottenuti sul presente sondaggio ha permesso di individuare la presenza di tre unità sismiche di seguito brevemente descritte:

- una prima unità sismica superficiale, ad andamento irregolare, riconducibile ad uno spessore di terreno agrario/areato superficiale, di scarsa/media consistenza con spessore variabile di circa 2.00 m e velocità delle onde primarie (ONDE P) comprese tra 600 e 1300 m/sec; tra la progressiva 5.00 e 22.00 metri, si nota un inspessimento della porzione a bassa velocità, che si estende fino ad una profondità di circa 5.00 metri dal P.C.;
- una seconda unità sismica, anch'essa ad andamento irregolare, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media/buona consistenza che si estende fino a una profondità compresa tra 3.00 e 20.00 m dal p.c., avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1500-2400 m/sec;
- una terza e ultima unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media consistenza con velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 2500-3600 m/sec.

### SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

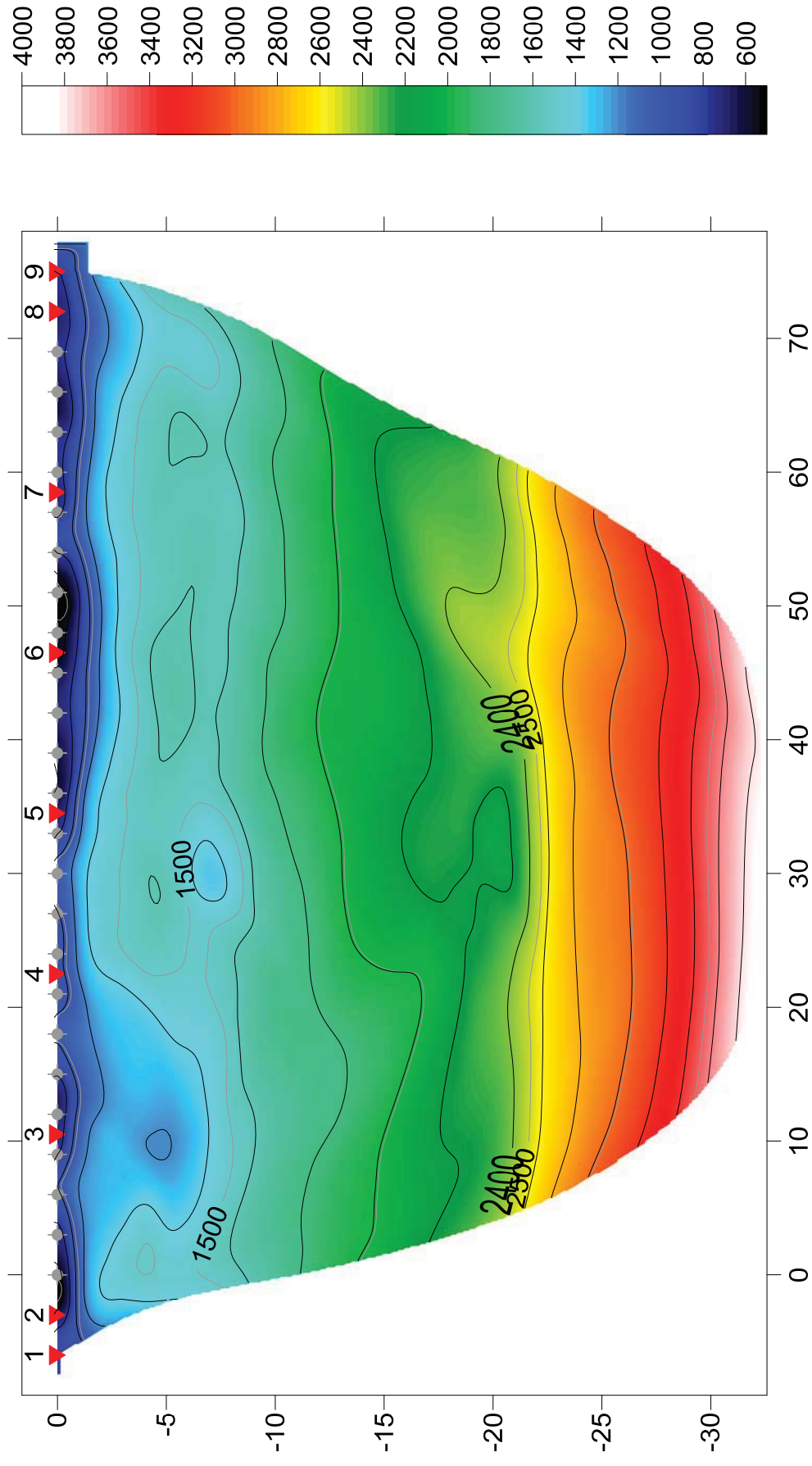
<i>Tipo Prospezione:</i>	<i>SISMICA A RIFRAZIONE</i>	<i>x</i>	<i>DOWN HOLE</i>		<i>MASW</i>	
<b>Nome stendimento</b>	T04					
<b>Ubicazione</b>						
<b>Strumento utilizzato</b>	AMBROGEO ECHO 24/2004					
<b>Operatore</b>	<b>Geol. V.F. Ingrassia – Geol. F. Di Pietra</b>					
<b>N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D</b>	24/48					
<b>Geofoni verticali modello/marca</b>	R.T. CLARK a bobina mobile frequenza 10 Hz					
<b>Geofoni orizzontali modello/marca</b>	Xx					
<b>Lunghezza stendimento</b>	72 metri onde P + offset 3.0 m – 6.0 m					
<b>Interdistanza geofonica onde P</b>	3.0 metri					
<b>Interdistanza geofonica onde S</b>	Xx					
<b>n. tiri eseguiti onde P</b>	09					
<b>n. tiri eseguiti onde S</b>	Xx					
<b>Sistema di energizzazione</b>	Massa battente 10 kg, - cannoncino sismico "ISOTTA"					
<b>Lunghezza finestra acquisizione msec</b>	200 msec					
<b>Filtro applicato</b>	500-700 Hz					
<b>Funzioni sommatorie applicate</b>	Si					
<b>Programma utilizzato per acquisizione</b>	Ambrogeo echo 48/2010					
<b>Programma utilizzato per elaborazione dati</b>	Intersism (Geo&Soft) – Vscope 2.2.82 – Reyfract vers. 6.2					
<b>Allegati al presente documento</b>	Sezioni interpretative onde P					

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





rete fognaria di Triscina T04, 10 WET iterations, RMS error 3.6 %, Release 3.16





## **Stendimento sismico a rifrazione T05**

La restituzione tomografica dei dati ottenuti sul presente sondaggio ha permesso di individuare la presenza di quattro unità sismiche di seguito brevemente descritte:

- una prima unità sismica superficiale, riconducibile ad uno spessore di terreno agrario/areato superficiale, di scarsa consistenza con spessore variabile di circa 2.00 m e velocità delle onde primarie (ONDE P) comprese tra 300 e 900 m/sec;
- una seconda unità sismica, ad andamento irregolare, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media consistenza avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 950 e 1500 m/sec; tra la progressiva 0.00 e 11.00 metri, le onde si propagano fino ad una profondità di circa 7.00 metri dal P.C., tra la progressiva 11.00 e 58.00 metri, si nota una brusca risalita del sismostrato, fino a circa 3.00 metri dal P.C., dovuta alla presenza di litotipi a maggiore velocità, tra la progressiva 58.00 e 72.00 m, il sismo strato si approfondisce fino a circa 10.00 metri dal P.C.;
- una terza unità sismica superficiale, anch'essa ad andamento irregolare, di media consistenza con spessore variabile e velocità delle onde primarie (ONDE P) comprese tra 1500 e 1800 m/sec; tra la progressiva 11.00 e 58.00 m, il sismo strato passa da una profondità di circa 10.00 m dal P.C. ad una profondità di circa 3.00;
- una quarta e ultima unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media/buona consistenza con velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1900-2300 m/sec.

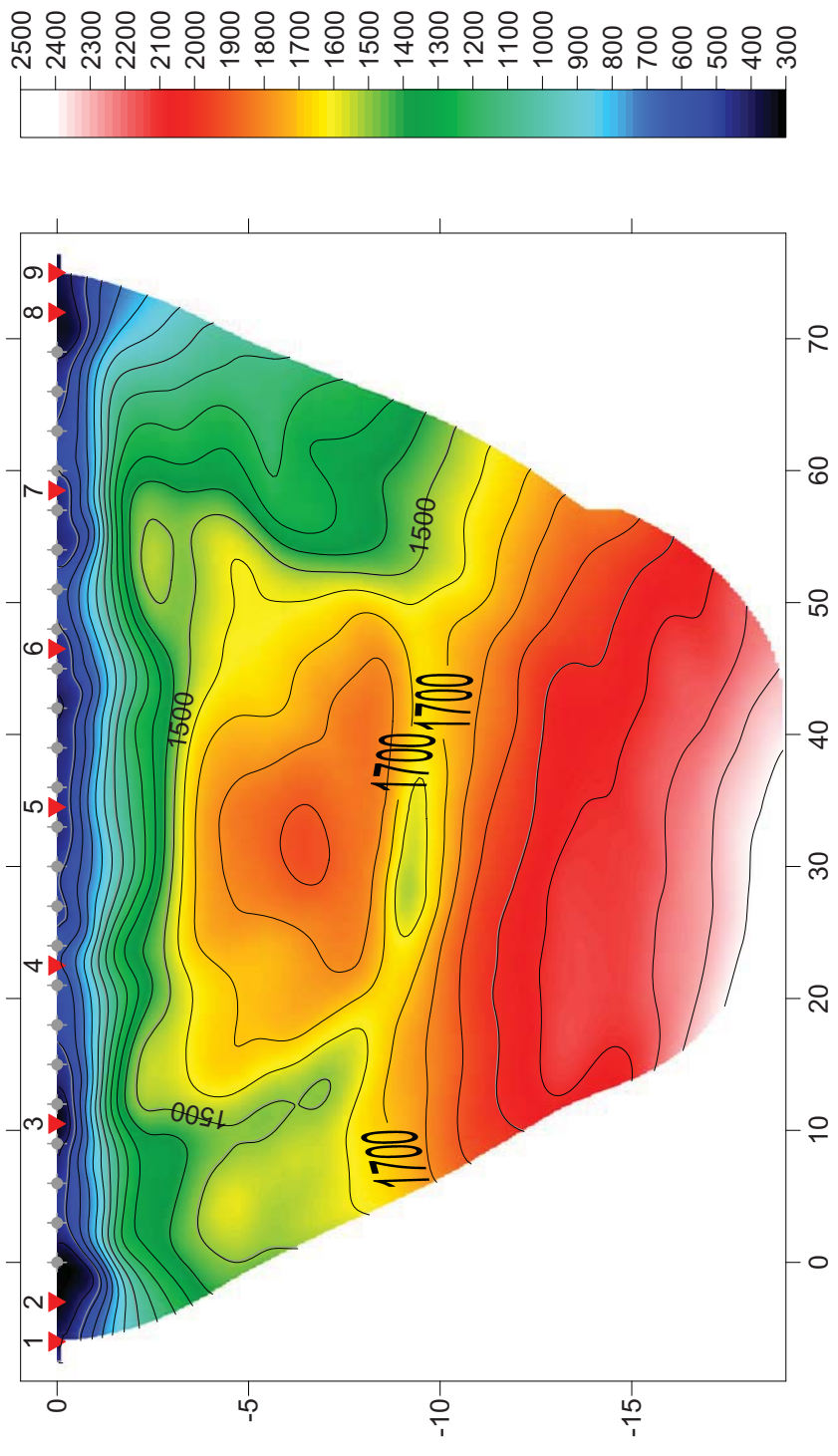
### SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<i>Tipo Prospezione:</i>	<i>SISMICA A RIFRAZIONE</i>	<i>x</i>	<i>DOWN HOLE</i>		<i>MASW</i>	
<b>Nome stendimento</b>	T05					
<b>Ubicazione</b>						
<b>Strumento utilizzato</b>	AMBROGEO ECHO 24/2004					
<b>Operatore</b>	<b>Geol. V.F. Ingrassia – Geol. F. Di Pietra</b>					
<b>N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D</b>	24/48					
<b>Geofoni verticali modello/marca</b>	R.T. CLARK a bobina mobile frequenza 10 Hz					
<b>Geofoni orizzontali modello/marca</b>	Xx					
<b>Lunghezza stendimento</b>	72 metri onde P + offset 3.0 m – 6.0 m					
<b>Interdistanza geofonica onde P</b>	3.0 metri					
<b>Interdistanza geofonica onde S</b>	Xx					
<b>n. tiri eseguiti onde P</b>	09					
<b>n. tiri eseguiti onde S</b>	Xx					
<b>Sistema di energizzazione</b>	Massa battente 10 kg, - cannoncino sismico "ISOTTA"					
<b>Lunghezza finestra acquisizione msec</b>	200 msec					
<b>Filtro applicato</b>	500-700 Hz					
<b>Funzioni sommatorie applicate</b>	Si					
<b>Programma utilizzato per acquisizione</b>	Ambrogeo echo 48/2010					
<b>Programma utilizzato per elaborazione dati</b>	Intersism (Geo&Soft) – Vscope 2.2.82 – Reyfract vers. 6.2					
<b>Allegati al presente documento</b>	Sezioni interpretative onde P					

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



rete fognaria di Triscina T05, 10 WET iterations, RMS error 3.7 %, Release 3.16



## **Stendimento sismico a rifrazione T06**

La restituzione tomografica dei dati ottenuti sul presente sondaggio ha permesso di individuare la presenza di quattro unità sismiche di seguito brevemente descritte:

- una prima unità sismica superficiale, ad andamento irregolare, riconducibile ad uno spessore di sabbie sciolte, di scarsa consistenza con spessore variabile tra 0.5 m e 2.00 m dal P.C. e velocità delle onde primarie (ONDE P) comprese tra 300 e 700 m/sec;
- una seconda unità sismica, anch'essa ad andamento irregolare, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media consistenza avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 900 e 1300 m/sec che si propaga fino ad una profondità compresa tra 2.00 e 5.00 metri dal P.C.;
- una terza e ultima unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media/buona consistenza con velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1500-1900 m/sec.

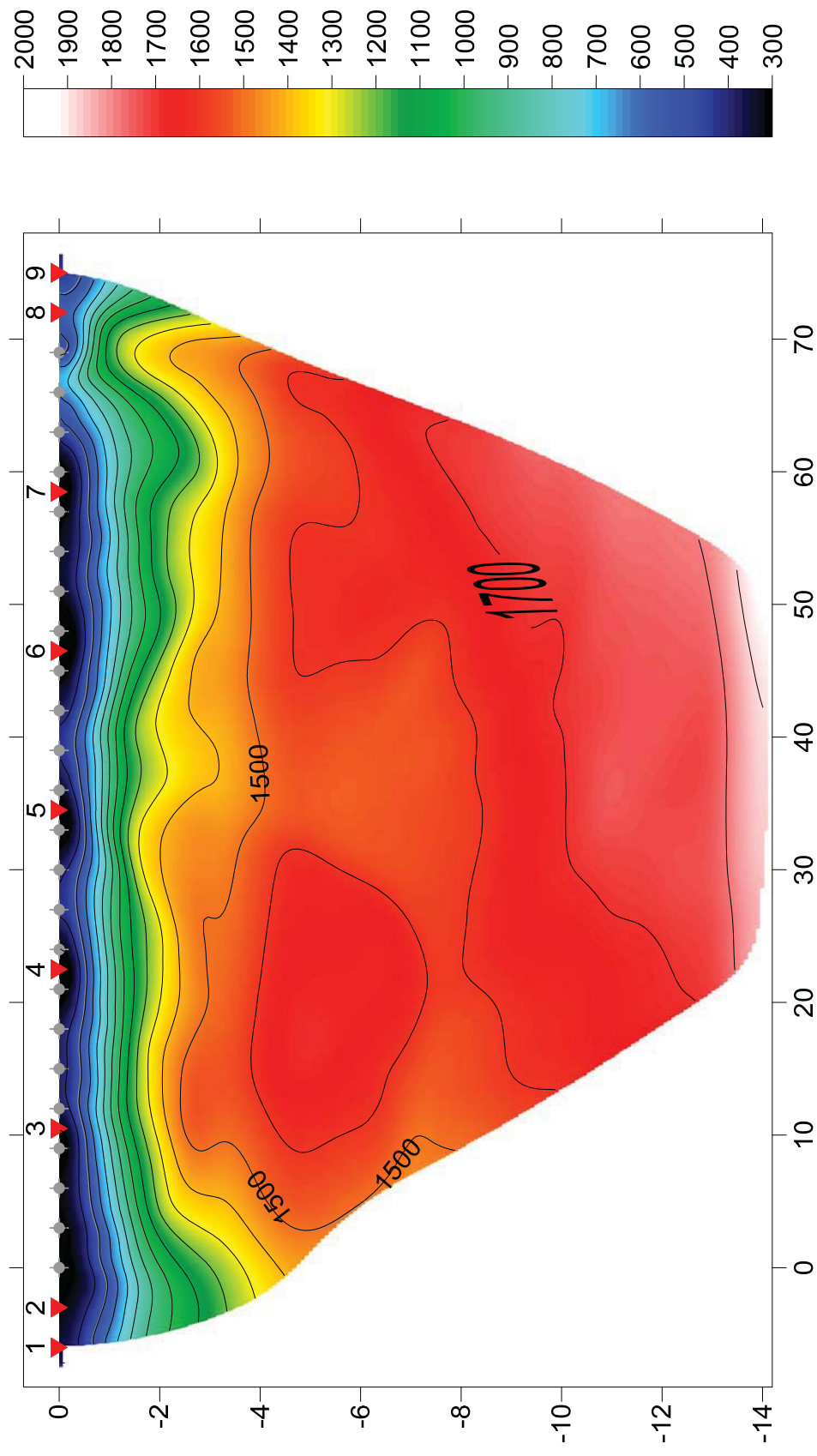
### SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<i>Tipo Prospezione:</i>	<i>SISMICA A RIFRAZIONE</i>	<i>x</i>	<i>DOWN HOLE</i>		<i>MASW</i>	
<b>Nome stendimento</b>	T06					
<b>Ubicazione</b>						
<b>Strumento utilizzato</b>	AMBROGEO ECHO 24/2004					
<b>Operatore</b>	<b>Geol. V.F. Ingrassia – Geol. F. Di Pietra</b>					
<b>N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D</b>	24/48					
<b>Geofoni verticali modello/marca</b>	R.T. CLARK a bobina mobile frequenza 10 Hz					
<b>Geofoni orizzontali modello/marca</b>	Xx					
<b>Lunghezza stendimento</b>	72 metri onde P + offset 3.0 m – 6.0 m					
<b>Interdistanza geofonica onde P</b>	3.0 metri					
<b>Interdistanza geofonica onde S</b>	Xx					
<b>n. tiri eseguiti onde P</b>	09					
<b>n. tiri eseguiti onde S</b>	Xx					
<b>Sistema di energizzazione</b>	Massa battente 10 kg, - cannoncino sismico "ISOTTA"					
<b>Lunghezza finestra acquisizione msec</b>	200 msec					
<b>Filtro applicato</b>	500-700 Hz					
<b>Funzioni sommatorie applicate</b>	Si					
<b>Programma utilizzato per acquisizione</b>	Ambrogeo echo 48/2010					
<b>Programma utilizzato per elaborazione dati</b>	Intersism (Geo&Soft) – Vscope 2.2.82 – Reyfract vers. 6.2					
<b>Allegati al presente documento</b>	Sezioni interpretative onde P					

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



rete fognaria di Triscina T06, 10 WET iterations, RMS error 1.7 %, Release 3.16



### **Stendimento sismico a rifrazione T07**

La restituzione tomografica dei dati ottenuti sul presente sondaggio ha permesso di individuare la presenza di tre unità sismiche di seguito brevemente descritte:

- una prima unità sismica superficiale, riconducibile ad uno spessore di areato superficiale di scarsa consistenza, con spessore variabile tra 3.00 m e 5.00 m dal P.C. e velocità delle onde primarie (ONDE P) comprese tra 500 e 900 m/sec;
- una seconda unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media consistenza avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1100 e 1900 m/sec e che si estende fino ad una profondità di 15.00 metri dal P.C.;
- una terza e ultima unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di buona consistenza con velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 2000-2800 m/sec.



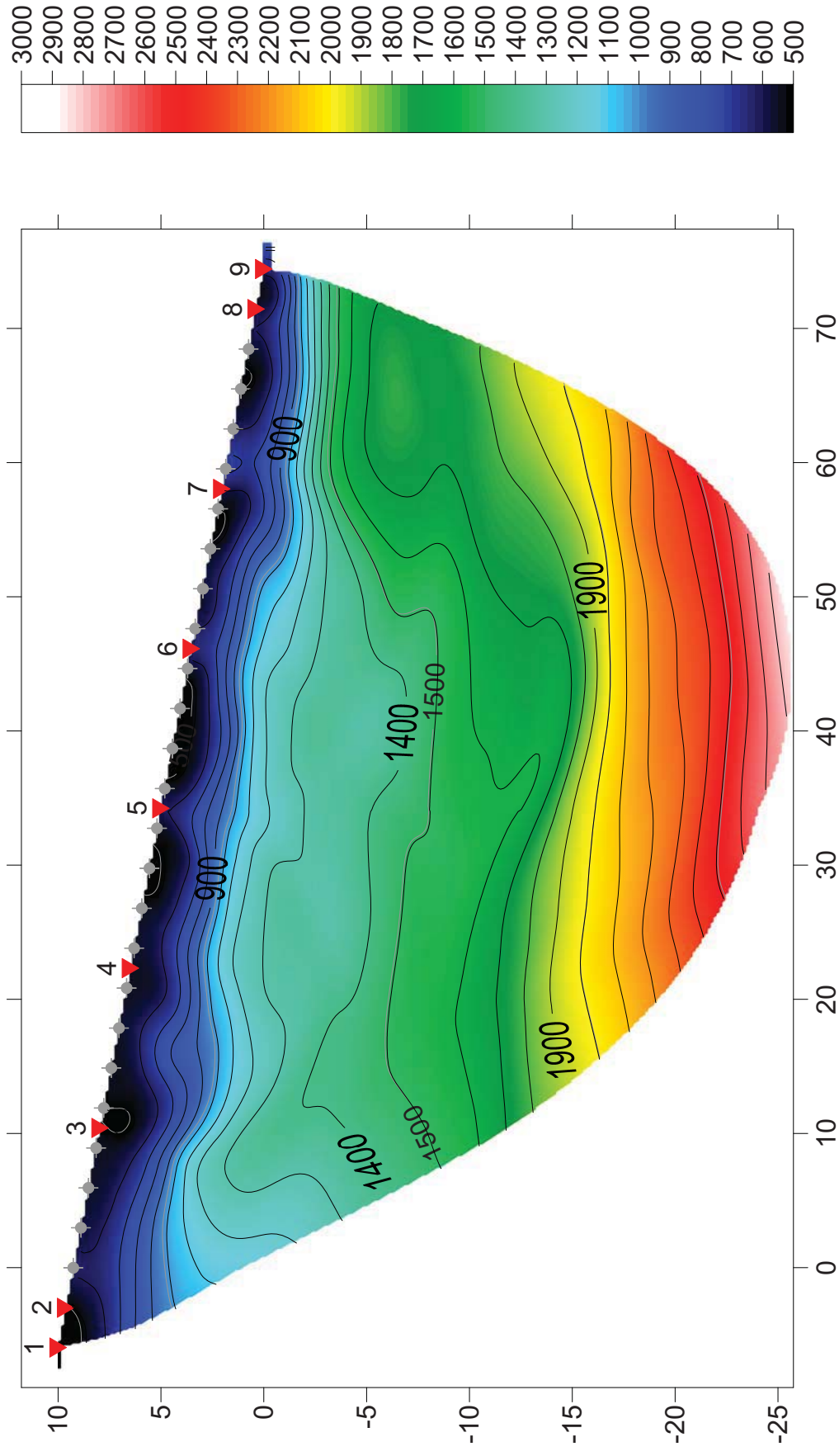
### SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<i>Tipo Prospezione:</i>	<i>SISMICA A RIFRAZIONE</i>	<i>x</i>	<i>DOWN HOLE</i>		<i>MASW</i>	
<b>Nome stendimento</b>	<i>T07</i>					
<b>Ubicazione</b>						
<b>Strumento utilizzato</b>	<i>AMBROGEO ECHO 24/2004</i>					
<b>Operatore</b>	<b><i>Geol. V.F. Ingrassia – Geol. F. Di Pietra</i></b>					
<b>N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D</b>	<i>24/48</i>					
<b>Geofoni verticali modello/marca</b>	<i>R.T. CLARK a bobina mobile frequenza 10 Hz</i>					
<b>Geofoni orizzontali modello/marca</b>	<i>Xx</i>					
<b>Lunghezza stendimento</b>	<i>72 metri onde P + offset 3.0 m – 6.0 m</i>					
<b>Interdistanza geofonica onde P</b>	<i>3.0 metri</i>					
<b>Interdistanza geofonica onde S</b>	<i>Xx</i>					
<b>n. tiri eseguiti onde P</b>	<i>09</i>					
<b>n. tiri eseguiti onde S</b>	<i>Xx</i>					
<b>Sistema di energizzazione</b>	<i>Massa battente 10 kg, - cannoncino sismico "ISOTTA"</i>					
<b>Lunghezza finestra acquisizione msec</b>	<i>200 msec</i>					
<b>Filtro applicato</b>	<i>500-700 Hz</i>					
<b>Funzioni sommatorie applicate</b>	<i>Si</i>					
<b>Programma utilizzato per acquisizione</b>	<i>Ambrogeo echo 48/2010</i>					
<b>Programma utilizzato per elaborazione dati</b>	<i>Intersism (Geo&amp;Soft) – Vscope 2.2.82 – Reyfract vers. 6.2</i>					
<b>Allegati al presente documento</b>	<i>Sezioni interpretative onde P</i>					

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



rete fognaria di Triscina T07, 10 WET iterations, RMS error 2.7 %, Release 3.16



## **Stendimento sismico a rifrazione T08**

La restituzione tomografica dei dati ottenuti sul presente sondaggio ha permesso di individuare la presenza di tre unità sismiche di seguito brevemente descritte:

- una prima unità sismica superficiale, riconducibile ad uno spessore di sabbie sciolte di scarsa consistenza, con spessore variabile tra 1.00 m e 4.00 m dal P.C. e velocità delle onde primarie (ONDE P) comprese tra 500 e 900 m/sec;
- una seconda unità sismica, ad andamento irregolare, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di media/buona consistenza avente velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1000 e 1900 m/sec e che si estende fino ad una profondità compresa tra 6.00 e 14.00 metri dal P.C.; tra la progressiva 10.00 e 58.00 metri, ad una profondità compresa tra 5.00 e 14.00 metri dal P.C., si nota una diminuzione nella velocità di propagazione delle onde sismiche, dovuta, probabilmente ad una diminuzione del grado di addensamento dei litotipi sabbiosi presenti;
- una terza e ultima unità sismica, riconducibile ad una unità sismostratigrafica di medio/buona consistenza, con velocità di propagazione delle onde primarie (ONDE P) variabili tra 1900-2800 m/sec.

### SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

<i>Tipo Prospezione:</i>	<i>SISMICA A RIFRAZIONE</i>	<i>x</i>	<i>DOWN HOLE</i>		<i>MASW</i>	
<b>Nome stendimento</b>	T08					
<b>Ubicazione</b>						
<b>Strumento utilizzato</b>	AMBROGEO ECHO 24/2004					
<b>Operatore</b>	<b>Geol. V.F. Ingrassia – Geol. F. Di Pietra</b>					
<b>N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D</b>	24/48					
<b>Geofoni verticali modello/marca</b>	R.T. CLARK a bobina mobile frequenza 10 Hz					
<b>Geofoni orizzontali modello/marca</b>	Xx					
<b>Lunghezza stendimento</b>	72 metri onde P + offset 3.0 m – 6.0 m					
<b>Interdistanza geofonica onde P</b>	3.0 metri					
<b>Interdistanza geofonica onde S</b>	Xx					
<b>n. tiri eseguiti onde P</b>	09					
<b>n. tiri eseguiti onde S</b>	Xx					
<b>Sistema di energizzazione</b>	Massa battente 10 kg, - cannoncino sismico "ISOTTA"					
<b>Lunghezza finestra acquisizione msec</b>	200 msec					
<b>Filtro applicato</b>	500-700 Hz					
<b>Funzioni sommatorie applicate</b>	Si					
<b>Programma utilizzato per acquisizione</b>	Ambrogeo echo 48/2010					
<b>Programma utilizzato per elaborazione dati</b>	Intersism (Geo&Soft) – Vscope 2.2.82 – Reyfract vers. 6.2					
<b>Allegati al presente documento</b>	Sezioni interpretative onde P					

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



rete fognaria di Triscina T08, 10 WET iterations, RMS error 3.3 %, Release 3.16

