



**Sede Legale:** Via di Mezzo, 90 – 41058 VIGNOLA (MO) – ITALY  
**Telefono** +39 059 761644 - **Telefax** +39 059 779111  
**Web** [www.geo-xpert.com](http://www.geo-xpert.com) ---- **Email** [info@geo-xpert.com](mailto:info@geo-xpert.com)  
**PARTITA I.V.A.:** 02740680364 – **COD. FISCALE:** 02740680364 - **C.C.I.A.A.:** MO 326926

PROPRIETA'	STUDIO DI PROGETTAZIONE
SOCIETÀ GOLD ART CERAMICA S.P.A. BALDONI ERIKA BALDONI MORENA BALDONI ROMANA GRANDI MARIA LAURA MIGLIOLI CELSO MIGLIOLI ROSANNA	FUNDO STUDIO SRL Via Giardini Sud, 52 41056 PAVULLO NEL FRIGNANO (MO)

TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO
PIANO OPERATIVO COMUNALE AMBITI A9.a E A9.B- VARIANTE 2/2017

OGGETTO DELL'ELABORATO
<b>INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA</b>

LOCALIZZAZIONE	
STATO	ITALIA
REGIONE	EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA	MODENA
COMUNE	PAVULLO NEL FRIGNANO
INDIRIZZO	LOC. MADONNA DEI BALDACCINI

CODIFICA GENERALE ELABORATO					
CODICE INTERNO	VERSIONE	DATA	AREA DI PROGETTAZIONE	TIPO DI DOCUMENTO	NUMERAZIONE ELABORATO
<b>3862-POC</b>	<b>3</b>	<b>11/05/2018</b>	<b>A</b>	<b>REL</b>	<b>1</b>

<p><i>Il Tecnico</i></p> <p>Dott. Geol. Giorgio Masotti Via di Mezzo, 90 41058 Vignola (MO)</p> 	<p><i>Il Progettista Strutturale</i></p>
<p><i>La Committenza</i></p>	<p><i>Il Direttore dei Lavori Strutturali</i></p>

*INDICE*

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE</b> .....	<b>9</b>
4.1	PROVE PENETROMETRICHE AD INFISSIONE STATICA .....	10
4.2	PROVE PENETROMETRICHE AD INFISSIONE DINAMICA .....	12
4.3	INDAGINI SISMICHE IN SITO METODO RIFRAZIONE – ONDE P – ONDE S .....	17
4.4	INDAGINI DIRETTE CON ESCAVATORE MECCANICO – ZONE DI RITOMBAMENTI LAGHETTI DI VALLE .....	21
<b>5</b>	<b>VERIFICHE SULLE CONDIZIONI DI STABILITA' DELLO STATO ATTUALE E DELLO STATO DI PROGETTO</b> .....	<b>22</b>
5.1	METODO DI MORGENSTERN E PRICE (1965) .....	22
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA E PRESCRIZIONI</b> .....	<b>25</b>

*INDICE DEGLI ALLEGATI*

FIGURA 1:	ESTRATTO DI CARTA TOPOGRAFICA R.E.R. N. 236-NO "LAMA MOCOGNO" - SCALA 1:25.000 .....	5
FIGURA 2:	ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 236020 "MONTEBONELLO" - SCALA 1:10.000 .....	6
FIGURA 3:	ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 236021 "SELVA" - SCALA 1:5.000 .....	6
FIGURA 4:	ESTRATTO DI IMMAGINE SATELLITARE DELL' AREA .....	7
FIGURA 5:	UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE .....	10
FIGURA 6:	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA BASE SISMICA "C" .....	20
FIGURA 7:	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO NR. 1 .....	21
FIGURA 8:	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO NR. 2 .....	21
FIGURA 9:	AZIONI SUL CONCIO I-ESIMO SECONDO LE IPOTESI DI MORGENSTER E PRICE E RAPPRESENTAZIONE D'INSIEME DELL'AMMASSO .....	22
FIGURA 10:	VERIFICA DI STABILITA' STATO DI FATTO IN ASSENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE .....	23
FIGURA 11:	VERIFICA DI STABILITA' STATO DI FATTO IN PRESENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE .....	23
FIGURA 12:	VERIFICA DI STABILITA' STATO DI PROGETTO IN ASSENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE .....	24
FIGURA 13:	VERIFICA DI STABILITA' STATO DI PROGETTO IN PRESENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE .....	24

---

## 1 PREMESSA

---

Su incarico dello studio tecnico incaricato per la progettazione e in accordo con la Committenza, il sottoscritto:

- Dott. Giorgio Masotti, Geologo libero professionista, regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna con il numero 588 – Sez. A, in qualità di consulente tecnico della ditta Geo-Xpert Italia Srl, con sede in Vignola (MO) – Via di Mezzo, 90,

ha provveduto alla stesura della presente relazione geologica e sismica integrativa, a corredo del progetto di Piano Operativo Comunale – Ambiti A9a e A9b – Madonna dei Baldaccini, in comune di Pavullo nel Frignano (MO) in quanto la Provincia di Modena ha richiesto una integrazione tecnica geologica per gli aspetti di competenza come da lettera allegata in copia di seguito.



## Provincia di Modena

Lavori Speciali e Manutenzione opere pubbliche

Telefono 059 209 623 - Fax 059 343 706

Viale Jacopo Barozzi 340, 41124 Modena - C.F. e P.I. 01375710363

Centralino 059 209 111 - [www.provincia.modena.it](http://www.provincia.modena.it) - [provinciadimodena@cert.provincia.modena.it](mailto:provinciadimodena@cert.provincia.modena.it)

Servizio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 - Registrazione N. 3256 -A-

Classifica 07-04-05 fasc. 2524/2017

Modena, 01/02/2018

**Oggetto: COMUNE DI PAVULLO NEL FRIGNANO – VARIANTE AL POC CON EFFETTI DI PUA, MADONNA DEI BALDACCINI, GOLD ART – PARERE IN MERITO ALLA RIDUZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO E SISMICO**

### PREMESSE

L'analisi della documentazione geologica e sismica è stata sviluppata in riferimento al quadro bibliografico/legislativo di seguito esposto:

- Circ.RER n.1288 del 11/03/1983 "Indicazioni metodologiche sulle indagini geologiche da produrre per i piani urbanistici";
- Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) – Autorità di Bacino Po, approvato con D.P.C.M. 24/05/2001;
- la L.R. 30 ottobre 2008, n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico" e ss. mm. e ii. (Testo Coordinato LR 6/7/2009 n. 6 "Governo e riqualificazione solidale del territorio");
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i.;
- Il D.M. (infrastrutture) 14 gennaio 2008 recante "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008) in vigore dal 1 luglio 2009;
- Circolare esplicativa 02 febbraio 2009 n. 617/C.S.LL.PP.
- Deliberazione della Giunta della Regione Emilia-Romagna n. 2193 del 21.12.2015 – oggetto "Art. 16 della LR 20/2000 Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla Deliberazione dell'Assemblea Legislativa 2 maggio 2007, n. 112.".
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale approvato con Deliberazione del Consiglio della Provincia di Modena n. 46 del 18 marzo 2009, che ha assunto anche determinazioni in merito al rischio sismico con la "Carta delle aree suscettibili di effetti locali".
- Deliberazione del Consiglio Provinciale di Modena n. 82 del 18/04/2012 che ha per oggetto: Aggiornamento e integrazione della direttiva di cui alla deliberazione di Consiglio Provinciale n. 124 del 11/10/2006, che assume la seguente denominazione "Direttiva contenente indirizzi e criteri per la ridefinizione delle zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di dissesto e instabilità e delle zone ed elementi caratterizzati da potenziale instabilità e per le verifiche di compatibilità idraulica ed idrogeologica ai sensi dell'art. 15 e 16 delle norme di attuazione del PTCP".

Il Comune di Pavullo nel Frignano ha realizzato nell'ottobre 2013 lo studio di Microzonazione sismica di I e II livello, finanziato con il contributo ODPC 4007/2012 recepito nello strumento di pianificazione comunale con Acc. di Progr. Dec. Presidente della Provincia n. 29 del 8/8/2014.

DATO ATTO infine che il territorio del comune di Pavullo nel Frignano, ai sensi della normativa vigente in materia sismica, è attualmente classificato in zona 3.

### SI ESPRIME IL SEGUENTE PARERE

La documentazione, allegata agli elaborati tecnici della variante del POC con effetti di PUA del Comune di Pavullo nel Frignano, assunta agli atti con prot. 48893 del 21/12/2017 (Fasc. 2524) è costituita da due relazioni geologiche e sismiche relative agli ambiti A9A e A9B della variante al POC n. 2/2017 e al solo ambito A9A per quanto riguarda il PUA situato in località Madonna dei Baldaccini. Entrambe le relazioni sono state redatte a firma del

Protocollo n. 4270 del 02/02/2018 13:49:08

Dott. Geol. Giorgio Masotti e datate 15/11/2017. Gli ambiti oggetto della trasformazione urbanistica hanno rispettivamente una superficie territoriale di 69.000 mq (ambito A9A) e di 42.000 mq (ambito A9B). Entrambi gli ambiti avranno funzioni produttive. Nello specifico il PUA prevede la realizzazione di aree per la logistica e lo stoccaggio del materiale ceramico, oltre alla delocalizzazione della viabilità comunale esistente.

Gli ambiti in esame non interessano zone coinvolte da fenomeni gravitativi sia attivi che quiescenti.

Le analisi geognostiche, caratterizzano dal punto di vista geologico-tecnico le aree interessate, avvalendosi di n. 5 prove penetrometriche statiche CPT spinte ad una profondità variabile tra 2,80 m e 7,40 m dal p.c..

Dall'elaborazione delle indagini risulta un sottosuolo costituito da depositi superficiali di spessore variabile e con notevole disomogeneità per quanto riguarda la resistenza meccanica (resistenza alla punta penetrometrica da medio-bassa ad elevata). Al di sotto di questi depositi eluvio-colluviali ed elolici è presente un substrato a carattere prevalentemente argilloso appartenente alle Formazioni Epiliguri e alle Formazioni Pre-Flysch.

Nella zona di studio sono presenti delle aree in cui, in un recente passato, sono stati realizzati i tombamenti di tre modesti laghetti ad uso irriguo. Su tali zone le relazioni non eseguono approfondimenti geognostici e geotecnici sull'origine e sulle caratteristiche del materiale di tombamento.

La falda acquifera, in occasione delle indagini, non è stata rilevata. Nella relazione geologica mancano le indicazioni su possibili livelli freatici, anche superficiali, che potrebbero instaurarsi in particolari condizioni meteorologiche. Occorre che tale informazione sia valutata durante le analisi delle condizioni di stabilità.

L'area oggetto di studio non interferisce con le aree di possibile alimentazione delle sorgenti ( Art. 12 B *Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio collinare – montano*, PTCP 2009).

Nelle relazioni geologiche presentate non sono riportate analisi di stabilità dei versanti interessati dalle opere e dalle rimodellazioni del terreno.

Negli ambiti oggetto di studio (A9A e A9B) sono state realizzate n. 2 indagini sismiche a rifrazione e con metodo MASW per la determinazione di sezioni di velocità delle onde di compressione e profili di velocità delle onde di taglio. Il valore di Vs30 fornito dalle indagini geofisiche è compreso tra 248 m/s e 309 m/s., in funzione del quale è stata definita la categoria dei terreni di fondazione (categoria C per le aree indagate).

Il POC in esame ricade nelle zone indagate dallo Studio di Microzonazione Sismica comunale che esegue, per l'area di studio, approfondimenti di II livello. Dal punto di vista sismico gli ambiti A9A e A9B vengono classificati come "Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali" (Zone 3 - 7 - 12). Le cartografie dei fattori di amplificazione indicano FA-PGA variabile da 2,0 a 2,5; FA-IS (0,1-0,5 s) variabile da 1,7 a 2,6 ed infine FA-IS (0,5 - 1,0 s) variabile da 1,4 a 1,9. Negli studi sismici presentati vengono riproposti i contenuti dello studio di MZS comunale.

**La documentazione geologica presentata necessita di approfondimenti geognostici e geotecnici al fine di valutare dettagliatamente gli effetti di sito dovuti alle variazioni locali dello spessore dei terreni di copertura.**

**Si richiede inoltre, considerata l'estensione e la tipologia dell'intervento, che andrà a modificare in modo sostanziale l'assetto morfologico dell'ambito di studio, l'esecuzione di ulteriori indagini geognostiche e geofisiche capaci di investigare un volume significativo di sottosuolo, interessando anche i terreni che compongono oltre alle coperture anche il substrato geologico.**

**Si ritiene infine necessario eseguire opportune verifiche di stabilità, sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche (pre, durante e post intervento), almeno delle sezioni più significative, considerando inoltre i sovraccarichi di esercizio che la tipologia dell'intervento prevede (realizzazione di aree per la logistica e lo stoccaggio del materiale ceramico, oltre alla delocalizzazione della viabilità comunale esistente).**

Tali integrazioni occorrono per definire con maggiore dettaglio le condizioni di pericolosità geologica e sismica del sito e di valutare le condizioni di stabilità del versante, alla luce delle modificazioni in progetto, al fine di indicare eventuali interventi di stabilizzazione da adottare nella successiva fase di progettazione esecutiva ed eventualmente orientare la localizzazione dei futuri interventi.

### Conclusioni

Le analisi e considerazioni contenute nelle relazioni, successivamente quindi all'entrata in vigore della DRG 2193/2015 e alla redazione del Piano di Microzonazione Sismica, **non documentano adeguatamente** le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche del sottosuolo del sito di intervento e **non ottemperano** quanto previsto dalla DRG 2193/2015.

Pertanto la documentazione geologica e sismica della proposta di trasformazione urbanistica del terreno identificato: Variante al POC con effetti di PUA per gli ambiti A9A e A9B (Madonna dei Baldaccini – Gold Art) **non è assentibile.**

**La documentazione dovrà quindi risultare integrata come sopra dettagliatamente indicato, in sede di approvazione del POC.**

Il Dirigente ROSSI LUCA

Originale Firmato Digitalmente

Protocollo n. 4270 del 02/02/2018 13:49:08

Scopo del presente studio è verificare se le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area sono sufficienti a garantire l'idoneità delle opere da realizzare.

A tale scopo sono stati effettuati in sito i seguenti approfondimenti (ricompresi nella relazione datata 15/11/2017):

- verifica del materiale presente in bibliografia;
- rilievo geologico-geomorfologico di campagna;
- esecuzione, in data 04/11/2017, di n° 5 indagini dirette in sito di tipo penetrometrico ad infissione statica;
- esecuzione, in data 04/11/2017, di n° 2 rilievi sismico a rifrazione con determinazione sperimentale delle onde di compressione Vp.
- esecuzione, in data 04/11/2017, di n° 2 rilievi sismico a rifrazione con determinazione sperimentale mediante inversione (Metodo MASW) del valore di  $V_{s,30}$ .

Come riportato dalla lettera di richiesta di integrazioni datata 01/02/2018 è stata effettuata una nuova campagna di indagini integrativa con l'esecuzione di:

- nr. 9 indagini penetrometriche ad infissione dinamica in data 24/04/2018 e 11/05/2018
- nr. 2 sondaggi con escavatore meccanico in corrispondenza dei laghetti collinari ritombati di valle in data 11/05/2018
- nr. 1 allineamento sismico a rifrazione per la correlazione delle indagini penetrometriche condotte con gli strati di copertura superficiale in data 11/05/2018

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona oggetto di intervento si colloca nel territorio comunale di Pavullo nel Frignano (MO), in Loc. Madonna dei Baldaccini . Geograficamente l'area in esame è compresa all'interno della seguente documentazione cartografica:

Cartografia Regionale:

- Carta Topografica n. 236-NO denominata "LAMA MOCOGNO" – scala 1:25.000
- Sezione n. 236020 denominata "MONTEBONELLO" – scala 1:10.000
- Elementi n. 236021 denominato "SELVA" – scala 1:5.000

Figura 1: ESTRATTO DI CARTA TOPOGRAFICA R.E.R. N. 236-NO "LAMA MOCOGNO" - SCALA 1:25.000

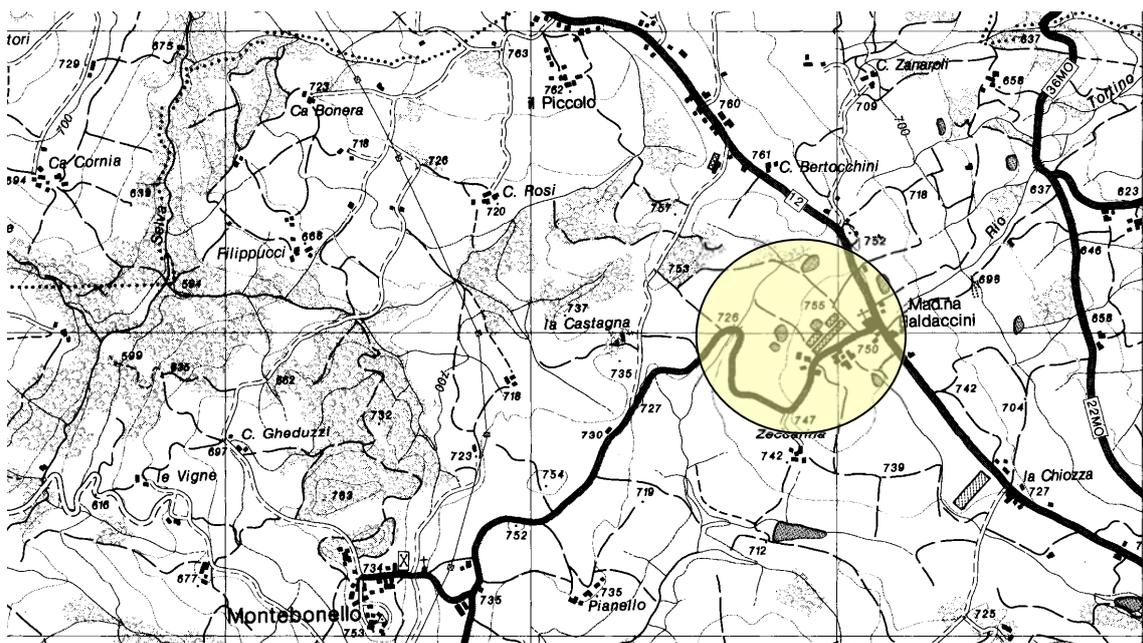


Figura 2: ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 236020 "MONTEBONELLO" - SCALA 1:10.000

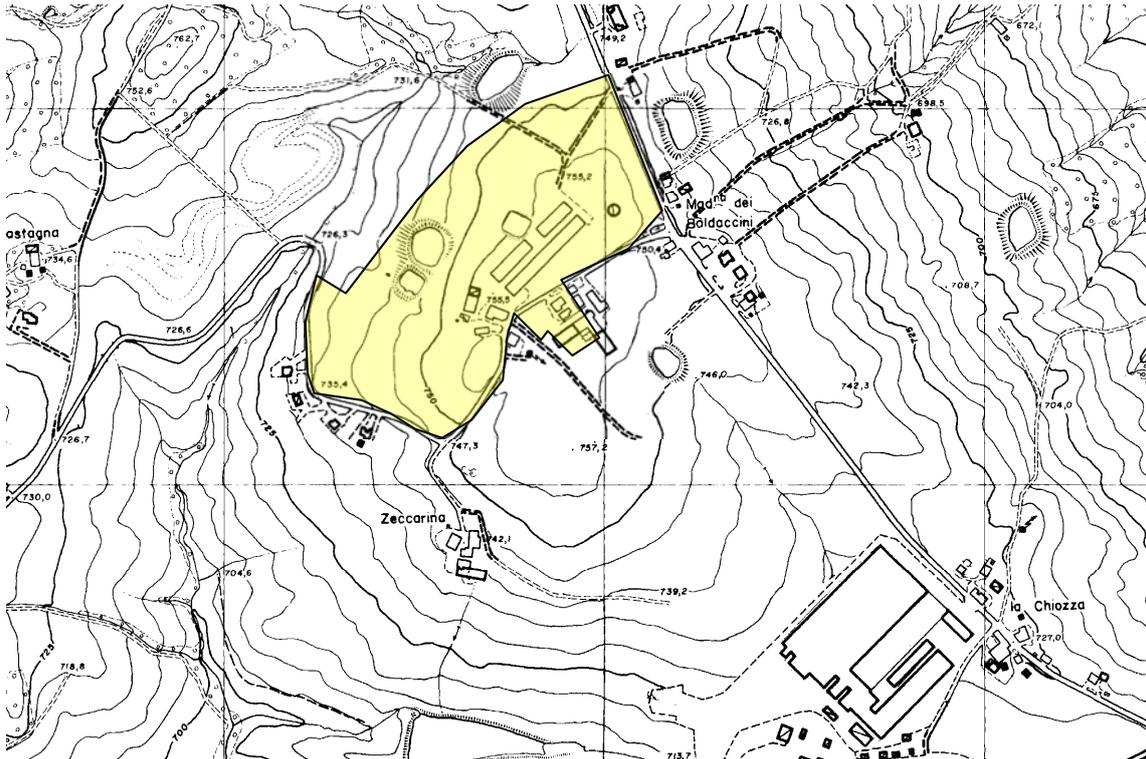


Figura 3: ESTRATTO DI CARTA TECNICA REGIONALE N. 236021 "SELVA" - SCALA 1:5.000

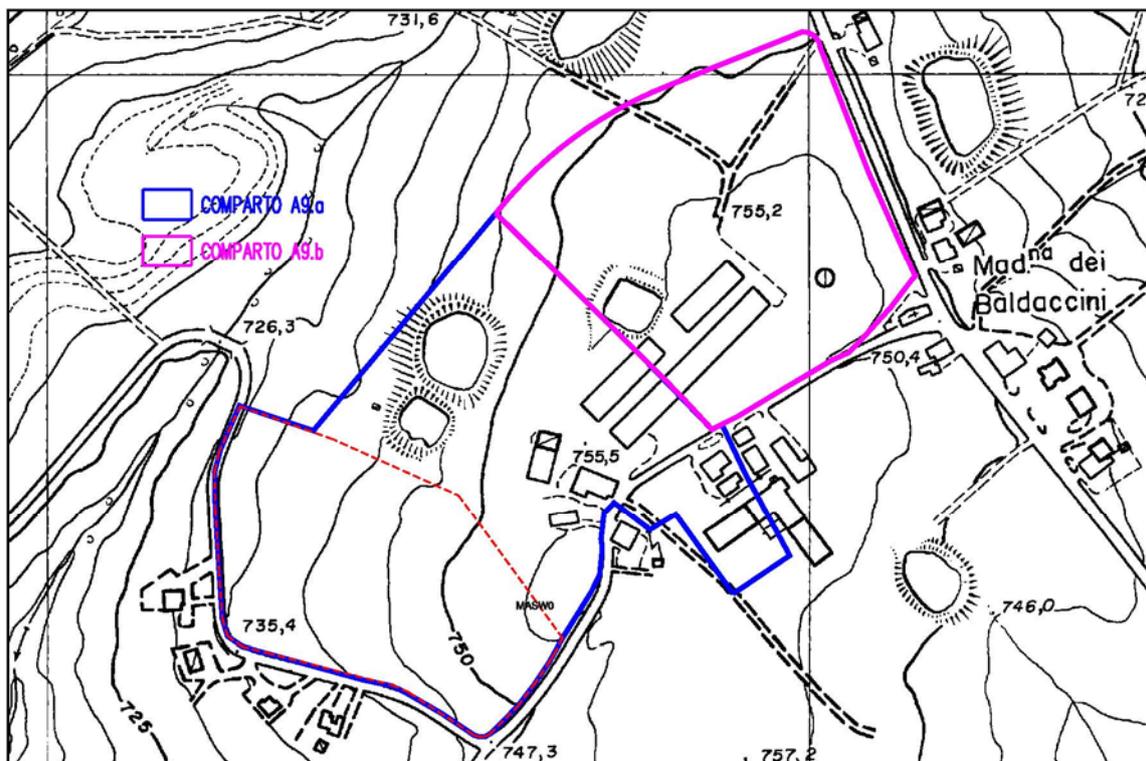


Figura 4: ESTRATTO DI IMMAGINE SATELLITARE DELL'AREA

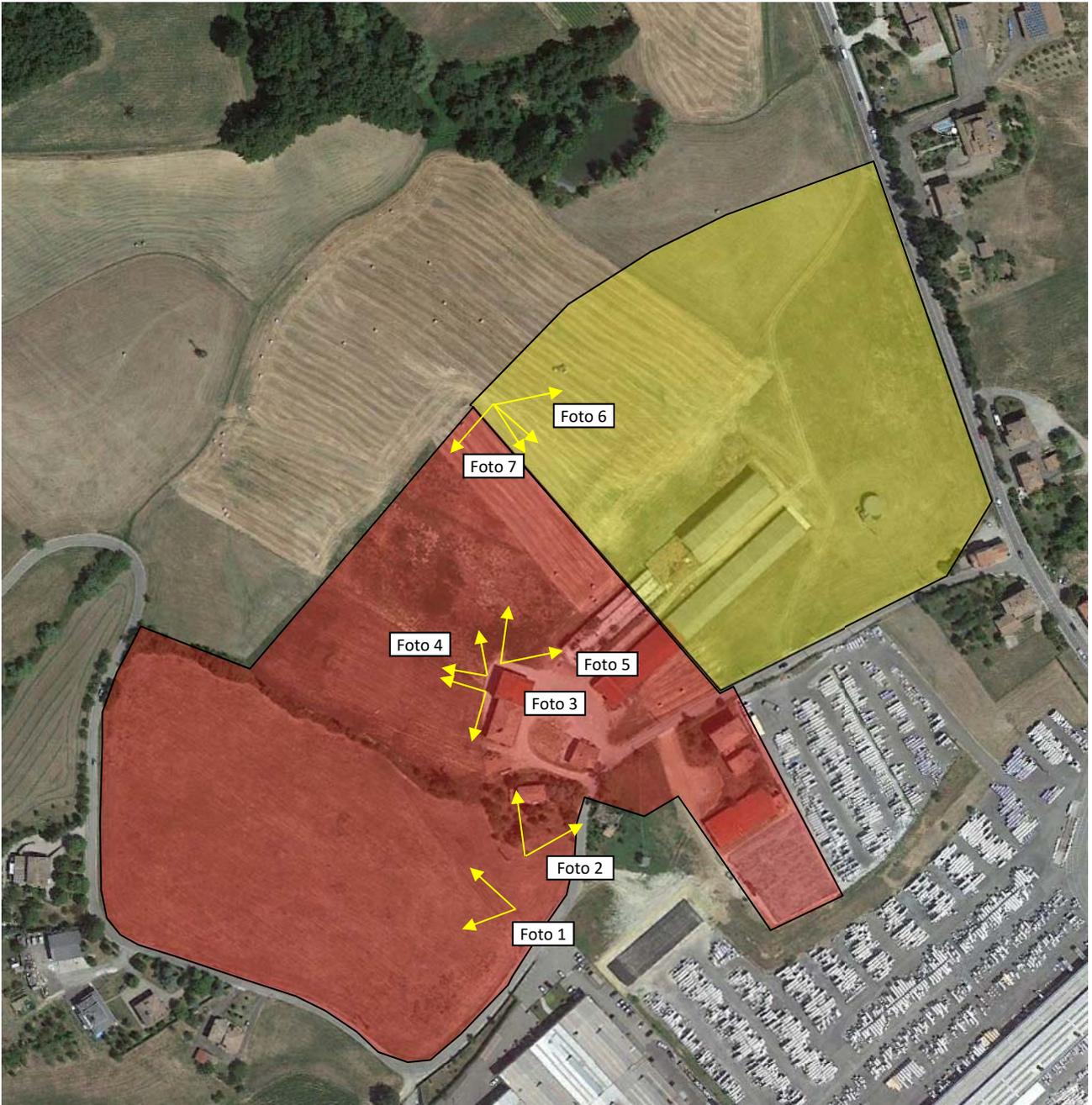




FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4



FOTO 5


**FOTO 6**

**FOTO 7**


---

### 3 CARATTERISTICHE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

---

La variante in esame interviene direttamente sul comparto identificato negli strumenti urbanistici comunali come Asp 2.8. Sulla base dell'accordo preliminare stipulato ai sensi dell'Art. 18 della L.R. 20/2000 nell'ambito del procedimento di approvazione del Piano Operativo comunale.

Nel dettaglio sono previsti due comparti così definiti:

A9a: Piano Operativo Comunale con valenza di Piano Urbanistico Attuativo

A9b: Piano Operativo Comunale

Gli interventi di progetto sono stati pertanto suddivisi per i due comparti come segue:

<b>A9a</b>
------------

Realizzazione di piazzale per lo stoccaggio di materiali ceramici, modifica alla viabilità di Via Montebonello, realizzazione di una area adibita a parcheggio per il carico e scarico degli automezzi in uscita ed ingresso al piazzale
--

<b>A9b</b>
------------

Non sono ancora previste opere ma la studio effettuato è di corredo al POC
--

Piano e la realizzazione di un nuovo tratto di viabilità, alternativo all'attuale Via per Montebonello nel tratto che costeggia l'Asp 2.8 del PSC
---

---

### 4 INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE

---

Nell'area oggetto di intervento sono state eseguite le sottoriportate indagini che per completezza si riportano integralmente sia quelle effettuate ed inserite nella precedente relazione del 15/11/2017 che le nuove indagini condotte finalizzate ad uno studio di maggiore dettaglio.

Indagini inserite nella precedente relazione del 15/11/2017

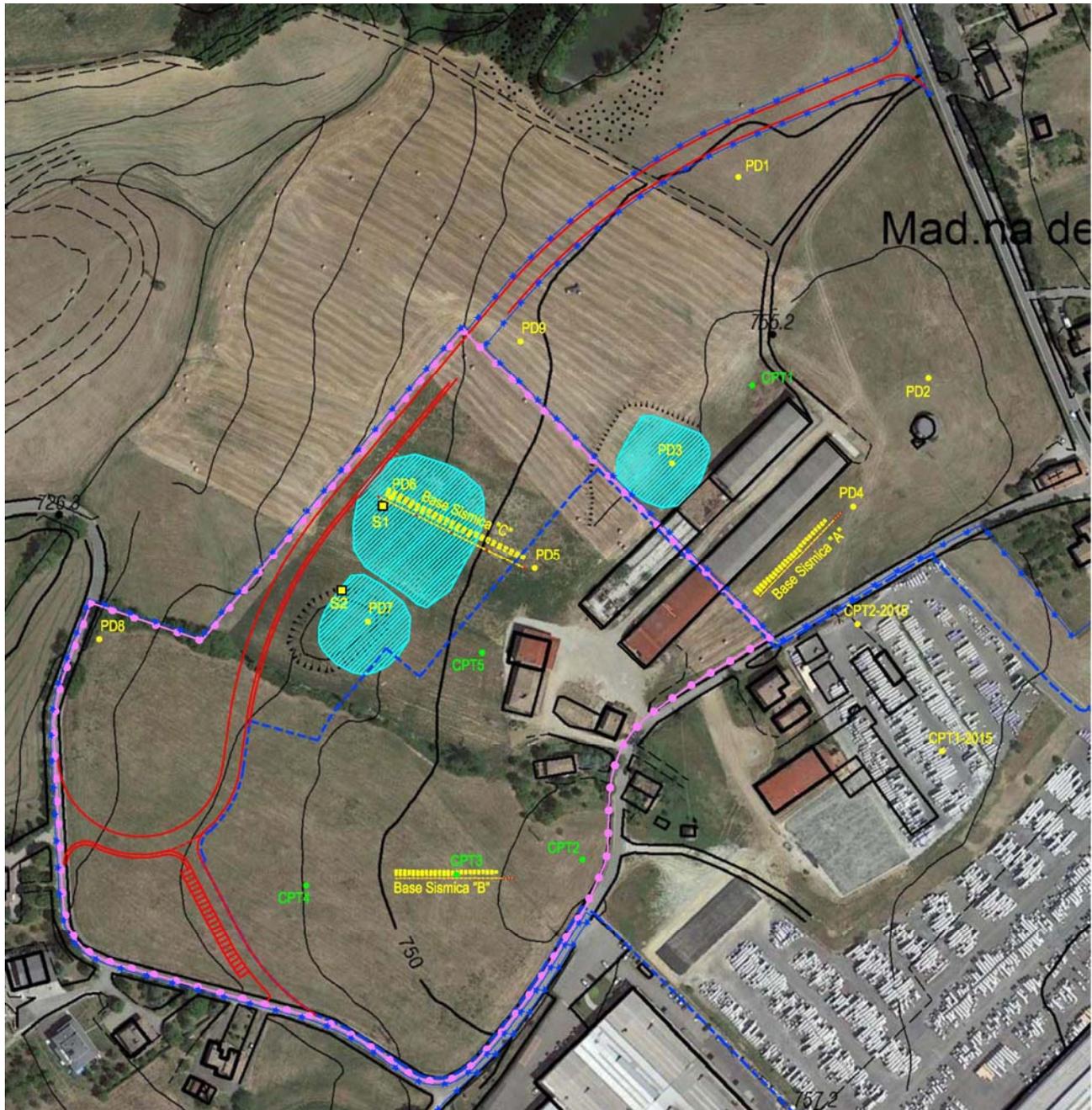
- n° 5 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT) effettuate dallo scrivente nell'area;
- esecuzione di nr. 2 rilievo sismici a rifrazione e determinazione dei principali rifrattori presenti nell'area;
- esecuzione di nr. 2 rilievo sismici a rifrazione e determinazione sperimentale mediante inversione (Metodo MASW) del valore di  $V_{s,30}$ .

Nuove indagini integrative

- nr. 9 indagini penetrometriche ad infissione dinamica in data 24/04/2018 e 11/05/2018

- nr. 2 sondaggi con escavatore meccanico in corrispondenza dei laghetti collinari ritombati di valle in data 11/05/2018
- nr. 1 allineamento sismico a rifrazione per la correlazione delle indagini penetrometriche condotte con gli strati di copertura superficiale in data 11/05/2018

Figura 5: UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE



#### 4.1 PROVE PENETROMETRICHE AD INFIESSIONE STATICA

Al fine di caratterizzare da un punto di vista geotecnico i depositi del sottosuolo, sono state eseguite nr. 5 indagini penetrometriche del tipo ad infissione statica con punta meccanica (CPT).

La profondità massima raggiunta dalle indagini penetrometriche è stata di 7.40 m dal p.d.c. attuale (CPT1).

Le indagini sono state effettuate utilizzando una strumentazione avente le sottoriportate caratteristiche tecniche:

### Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

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)	20
Costante di trasformazione Ct	10

Le indagini penetrometriche effettuate sono state elaborate mediante un apposito software commercializzato dalla ditta Geostru denominato Static Probing che ha permesso di ricavare i principali parametri geomeccanici dei terreni riassunti nella tabelle seguenti e riportate per esteso in allegato 1.

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. Cl: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm <sup>2</sup> )
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

#### PROVA CPT1

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0.20	C	0.0	0.0	0.0	0.0	<0.5	0.0	0.0	--	--	--	0.00
2	1.20	C	1.0	708.7	44.2	169.2	>9	2.0	2.0	--	--	--	169.23
3	3.00	C	1.5	1102.4	59.6	222.7	>9	2.0	2.1	--	--	--	227.14
4	7.20	C	1.2	881.1	49.0	197.6	>9	2.0	2.1	--	--	--	254.97
5	7.40	I	--	--	495.0	968.2	0.7	0.0	0.0	100.0	42.0	0.0	548.0 8

#### PROVA CPT2

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0.20												
2	2.40	C	1.9	1409.9	75.6	257.7	>9	2.1	2.2	--	--	--	217.38
3	2.80	I	--	--	317.3	737.8	<0.5	1.9	2.2	100.0	42.0	0.0	428.2 6

#### PROVA CPT3

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0.20												
2	4.00	C	2.5	1842.3	99.1	303.9	>9	2.1	2.2	--	--	--	250.99
3	5.00	I	--	--	120.3	408.0	1.4	1.8	2.1	67.0	37.2	0.0	362.9 7

#### PROVA CPT4

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0.20												
2	1.60	C	2.7	2008.8	107.4	319.3	>9	2.1	2.2	--	--	--	217.20
3	3.20	C	1.9	1421.7	76.7	260.0	>9	2.1	2.2	--	--	--	245.33
4	4.60	C	3.8	2783.4	150.0	391.6	>9	2.2	2.3	--	--	--	300.91
5	4.80	I	--	--	420.0	875.7	0.6	0.0	0.0	100.0	42.0	0.0	499.8 7

#### PROVA CPT5

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	0.20												
2	2.40	C	1.4	1072.4	57.6	218.3	>9	2.0	2.1	--	--	--	206.94
3	2.80	I	--	--	329.3	754.7	<0.5	1.9	2.2	100.0	42.0	0.0	432.49

#### 4.2 PROVE PENETROMETRICHE AD INFISSIONE DINAMICA

Al fine di approfondire le indagini effettuate mediante la strumentazione penetrometrica ad infissione statica sono state condotte nr. 9 indagini penetrometriche dinamiche che hanno permesso di raggiungere la profondità massima di ml. 12.70 da piano campagna (PD nr. 4).

Le indagini sono state effettuate utilizzando una strumentazione avente le sottoriportate caratteristiche tecniche:

##### *Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DMP 3020 PAGANI*

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	15,25 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,76
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

Le indagini penetrometriche effettuate sono state elaborate mediante un apposito software commercializzato dalla ditta Geostru denominato Dynamic Probing che ha permesso di ricavare i principali parametri geomeccanici dei terreni riassunti nella tabelle seguenti e riportate per esteso in allegato 1.

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	0.00-2,40	1,87	Coesivo	15,20	18,14	--	11,47	2,05	1,83	--	--
Strato (2) limi argillosi	2,40-4,50	7,35	Coesivo	18,34	18,63	--	45,01	7,53	7,21	--	--
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie	4,50-12,50	17,28	Coesivo	20,50	22,56	--	114,35	17,46	16,95	--	--

di Scabiaz za												
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Strato (1) deposito di origine eolica	0,00-2,70	3,44	Coesivo	16,28	18,24	--	21,08	3,62	3,37	--	--
Strato (2) limo argilloso	2,70-4,10	8,85	Coesivo	18,93	20,79	--	58,55	9,03	8,68	--	--
Strato (3) formazione delle argille a palombini	4,10-5,10	32,91	Coesivo	21,77	24,22	--	217,81	33,09	32,27	--	--

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Strato (1) terreni limo argillosi di ritombamento del laghetto collinare	0,00-2,50	2,55	Coesivo	15,69	18,24	--	15,59	2,73	2,50	--	--
Strato (2) limi argillosi	2,50-3,80	11,99	Coesivo	19,81	21,77	--	79,34	12,17	11,76	--	--
Strato (3) arenarie di Scabiazza	3,80-5,10	18,3									

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Strato (1) terreni di origine eolica	0,00-1,80	3,72	Coesivo	16,48	18,34	--	22,85	3,90	3,65	--	--
Strato (2) limo argilloso	1,80-4,30	8,03	Coesivo	18,63	18,73	--	53,15	8,21	7,87	--	--
Strato (3) Limo Argilloso	4,30-7,80	9,36	Coesivo	19,12	20,99	--	61,98	9,54	9,18	--	--
Strato (4) formazione delle argille varicolori di Cassio	7,80-12,70	13,43	Coesivo	20,01	21,97	--	88,95	13,61	13,17	--	--

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	0,00-2,70	9,04	Coesivo	19,02	20,89	--	59,82	9,22	8,87	--	--
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	2,70-2,80	76	Incoerente	24,52	21,57	27,1	--	18,00	44,62	0,2	373,59

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Strato (1) argille limose di ritombamento del laghetto collinare	0,00-1,70	1,57	Coesivo	15,00	18,14	--	9,61	1,75	1,54	--	--
Strato (2) limo argilloso	1,70-2,40	8,79	Coesivo	18,93	20,79	--	58,15	8,97	8,62	--	--
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	2,40-2,50	76	Incoerente	24,52	21,57	27,1	--	18,00	44,62	0,2	373,59

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Strato (1) argille limose di ritombamento laghetto collinare	0,00-1,90	2,76	Coesivo	15,89	18,24	--	16,87	2,94	2,71	--	--
Strato (2) argille limose	1,90-3,80	6,68	Coesivo	18,04	18,53	--	40,89	6,86	6,55	--	--
Strato (3) formazione stratificata delle	3,80-5,20	24,05	Incoerente	19,42	19,42	27,1	--	6,63	16,93	0,32	104,13

arenarie di Scabiazza												
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Strato (1) terreni eluviali e colluviali di copertura	0,00-2,70	4,25	Coesivo	16,87	18,34	--	26,09	4,43	4,17	--	--
Strato (2) formazione delle Marni di Montepiano	2,70-5,10	16,5	Incoerente	18,83	19,22	27,1	--	6,02	15,45	0,32	88,89

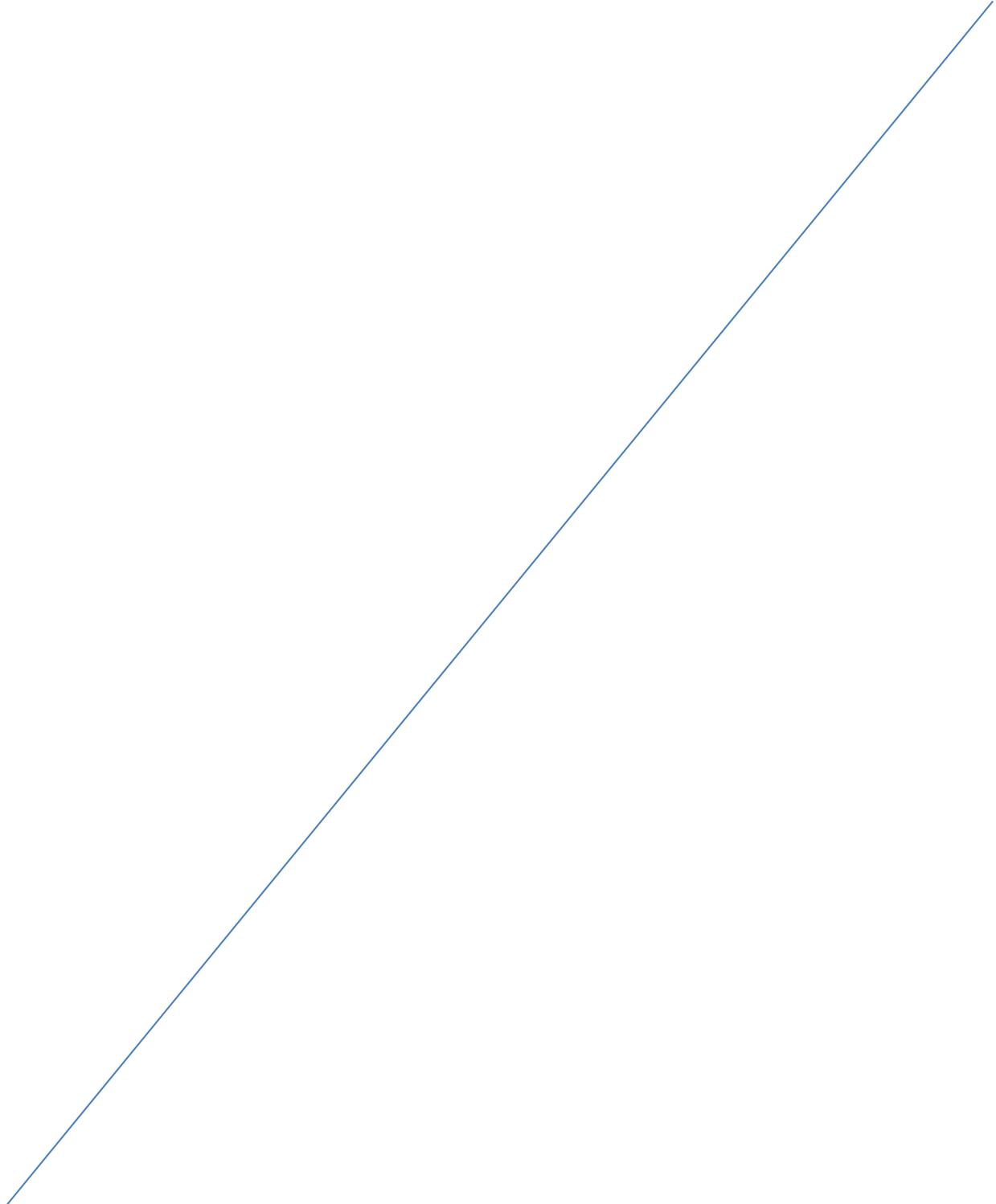
**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.9**

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (KPa)	Modulo Edometrico (Mpa)	Modulo Elastico (Mpa)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Mpa)
Strato (1) copertura eluviale e colluviale	0,00-1,30	4,39	Coesivo	16,87	18,34	--	26,87	4,57	4,31	--	--
Strato (2) argille limose	1,30-6,00	11,38	Coesivo	19,61	21,57	--	75,32	11,56	11,16	--	--
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	6,00-8,40	27,23	Incoerente	19,71	19,52	27,1	--	6,95	17,71	0,31	112,09

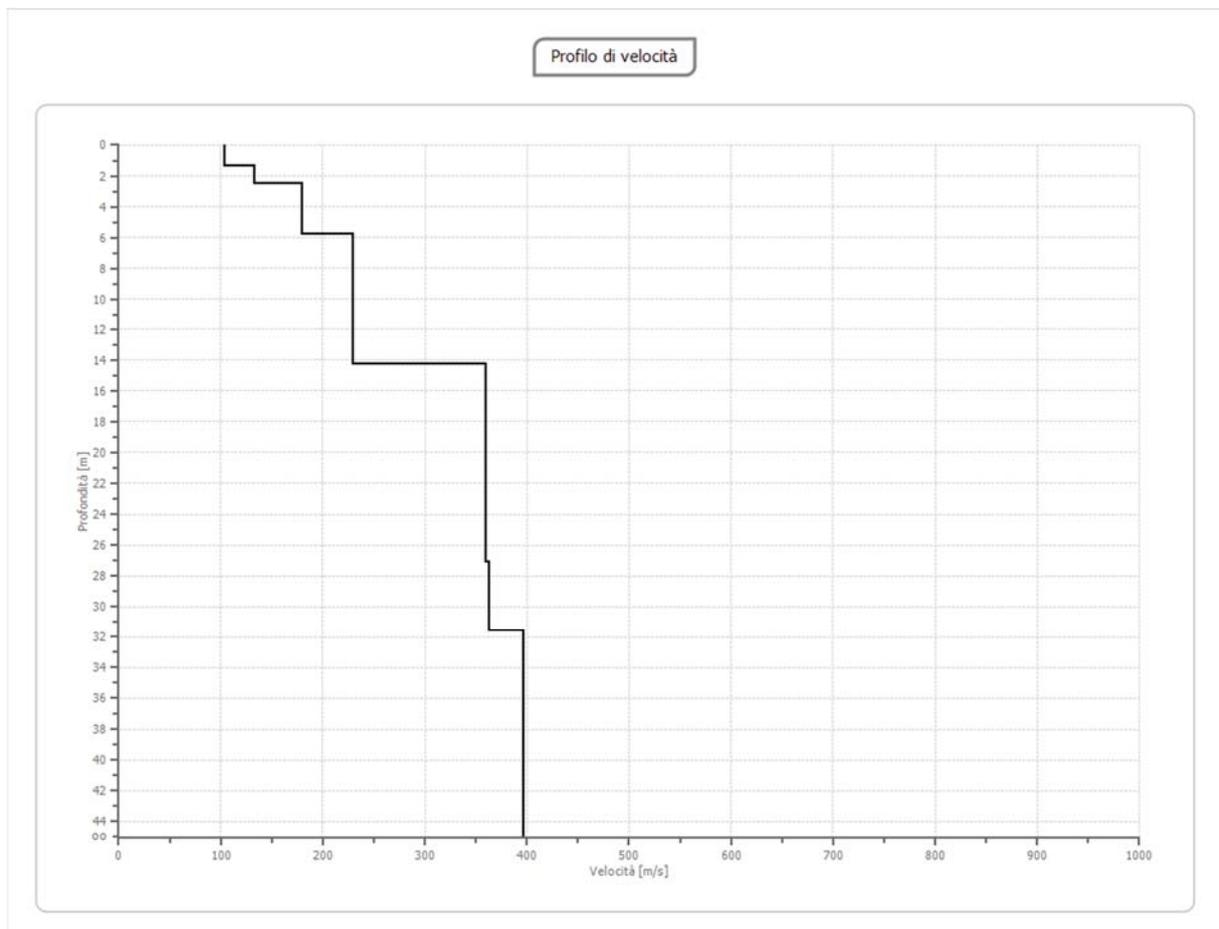
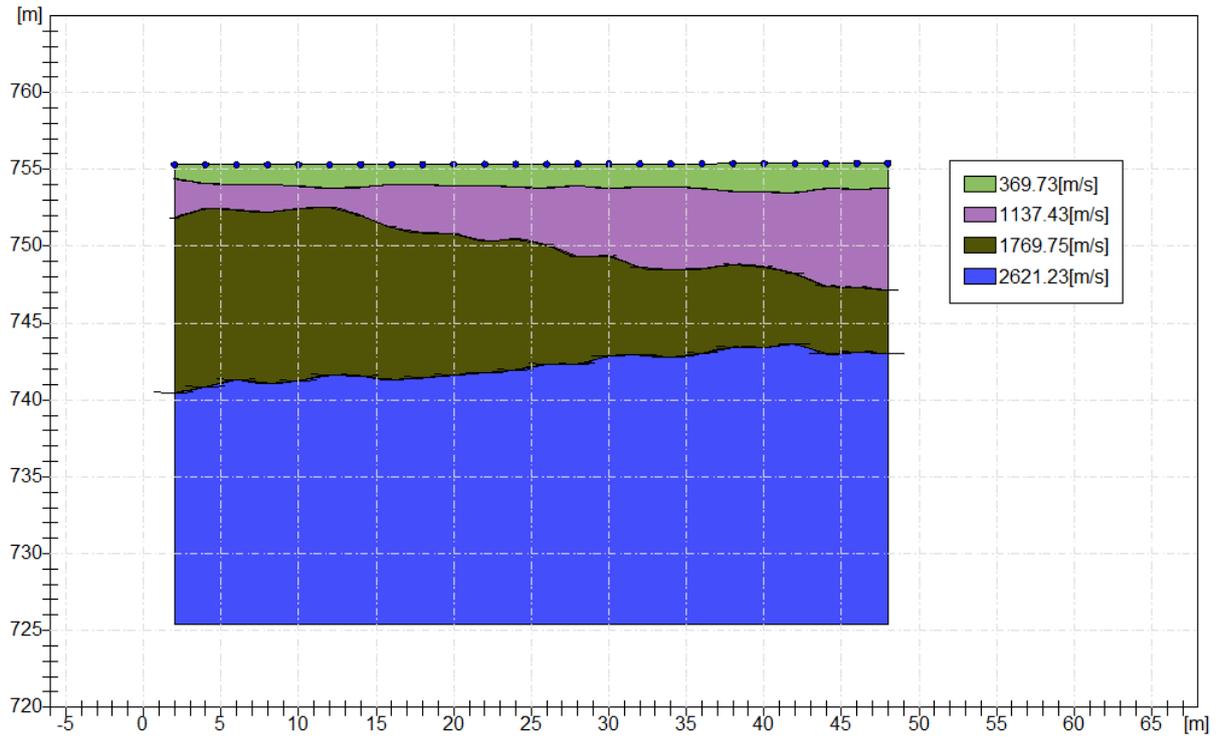
#### 4.3 INDAGINI SISMICHE IN SITO METODO RIFRAZIONE – ONDE P – ONDE S

Al fine di caratterizzare dal punto di vista sismico il primo sottosuolo delle aree interessate dal Piano Operativo Comunale, sono state eseguite nr. 2 indagini sismiche a rifrazione e MASW ubicate come riportato in precedenza.

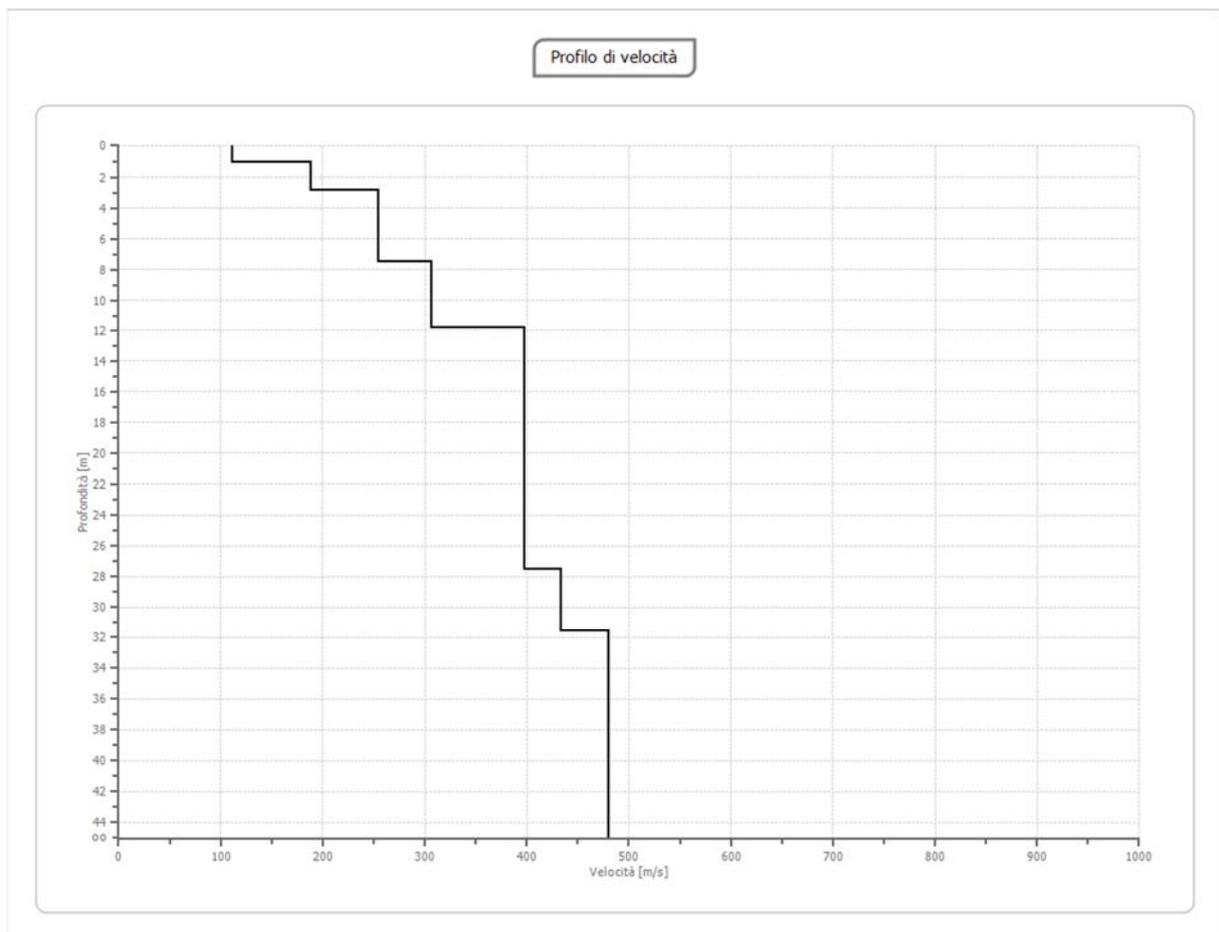
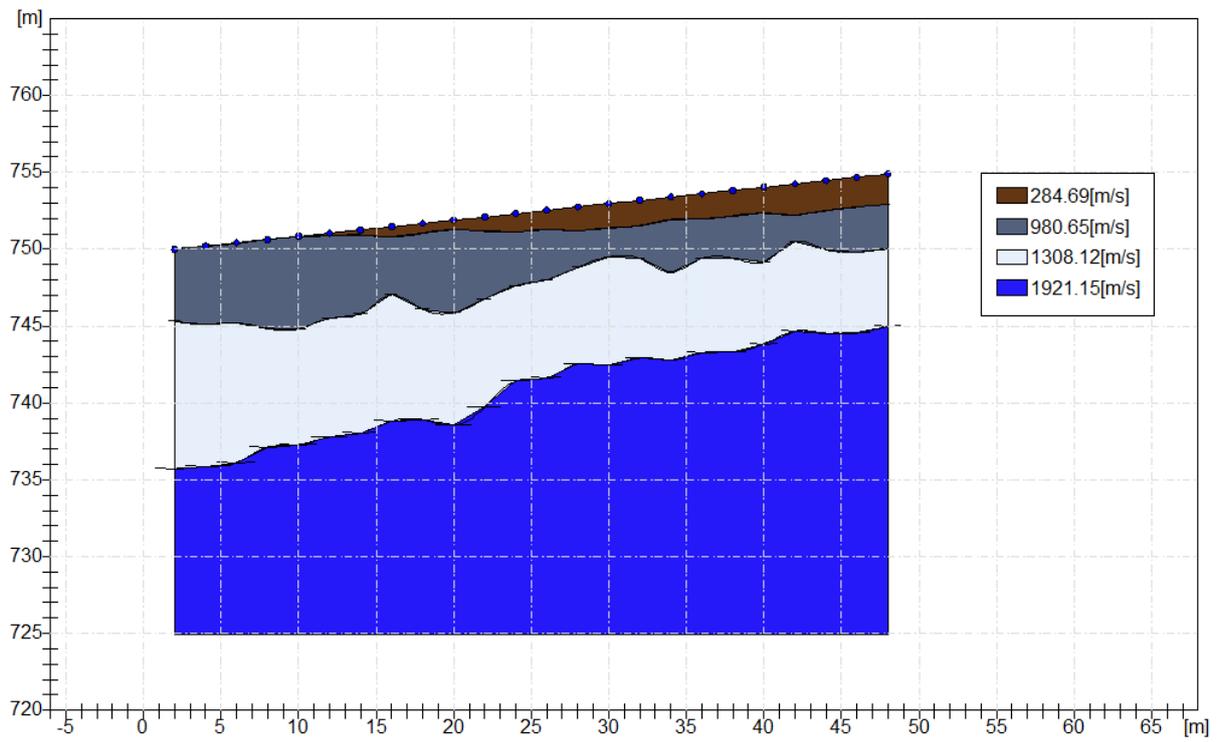
Si riportano di seguito le sezioni interpretative delle velocità delle onde di compressione e il profilo delle onde di taglio ( $V_s$ ) fino alla profondità richiesta dalla vigente normativa e relativa classificazione della categoria di suolo



BASE SISMICA "A"



BASE SISMICA "B"



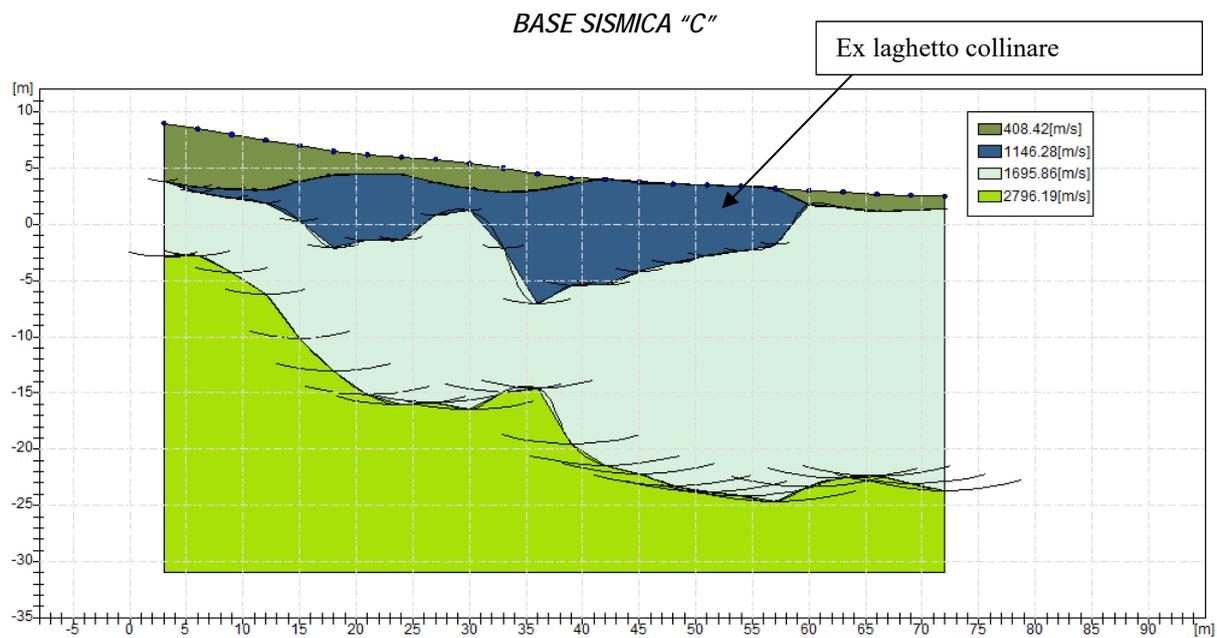


Figura 6: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA BASE SISMICA "C"



Dai dati ottenuti dai profili sismici effettuati si è verificato che il primo strato superficiale presenta velocità delle onde di compressione limitate riconducibili alle coperture detritiche riscontrate peraltro nelle indagini penetrometriche sia dinamiche che statiche.

Per quanto riguarda le velocità delle onde di taglio i profili effettuati hanno evidenziato valori che permettono di classificare le aree come suoli di tipo "C" secondo quanto indicato nelle NTC 2008.

Le elaborazioni complete delle indagini sono riportate in allegato 2

#### 4.4 INDAGINI DIRETTE CON ESCAVATORE MECCANICO – ZONE DI RITOMBAMENTI LAGHETTI DI VALLE

Come richiesto dalla lettera di integrazione sono stati condotti in sito nr. 2 sondaggi mediante l'utilizzo di un escavatore meccanico finalizzati a verificare la tipologia dei materiali utilizzati in passato per il ritombamento dei laghetti collinari.

Dalle indagini effettuate per le quali si riporta la relativa documentazione fotografica si è verificato che il ritombamento è stato eseguito mediante l'utilizzo di terreni a comportamento coesivo costituito da limi argillosi e non si sono rilevati materiali derivanti da opere di demolizione di alcun genere.

Figura 7: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO NR. 1



Figura 8: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO NR. 2



## 5 VERIFICHE SULLE CONDIZIONI DI STABILITA' DELLO STATO ATTUALE E DELLO STATO DI PROGETTO

Per quanto riguarda la stabilità del versante oggetto di intervento sono state eseguite verifiche di stabilità sulla sezione di progetto più sfavorita con il Metodo di Morgenstern e Price (1965) come di seguito riportato:

- verifica di stabilità dello stato di fatto in assenza di azioni sismiche
- verifica di stabilità dello stato di fatto in presenza di azioni sismiche
- verifica di stabilità dello stato di progetto in assenza di azioni sismiche
- verifica di stabilità dello stato di progetto in presenza di azioni sismiche

Per quanto riguarda lo stato di progetto sono stati inoltre imposti carichi distribuiti al di sopra del piazzale di progetto in quanto è previsto l'utilizzo dello stesso per il deposito di materiali ceramici disposti su pallets in attesa della spedizione (7 T/m<sup>2</sup>).

E' inoltre stata inserita una falda idrica posta cautelativamente a 1 ml. di profondità del piano campagna anche se durante le prove geognostiche effettuate in alcune delle stesse non è stata rilevata.

### 5.1 METODO DI MORGENSTERN E PRICE (1965)

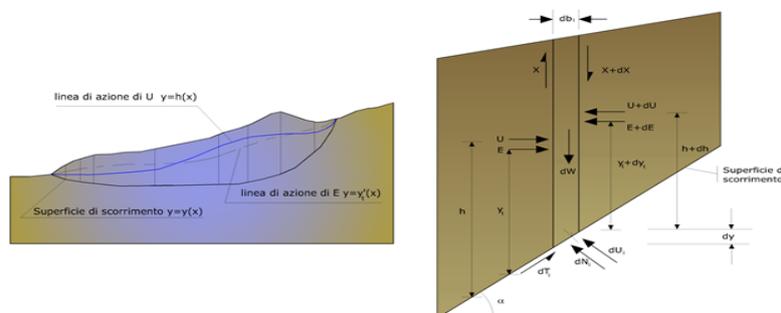
Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = \lambda f(x)E$ , dove  $\lambda$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione  $f(x)$  è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza  $F_s$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutra alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

Figura 9: AZIONI SUL CONCIO I-ESIMO SECONDO LE IPOTESI DI MORGENSTER E PRICE E RAPPRESENTAZIONE D'INSIEME DELL'AMMASSO

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \operatorname{tg} \varphi' \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) = \frac{dE}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$



Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X = \frac{d(E \cdot \gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento. Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio

Figura 10: VERIFICA DI STABILITA' STATO DI FATTO IN ASSENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE

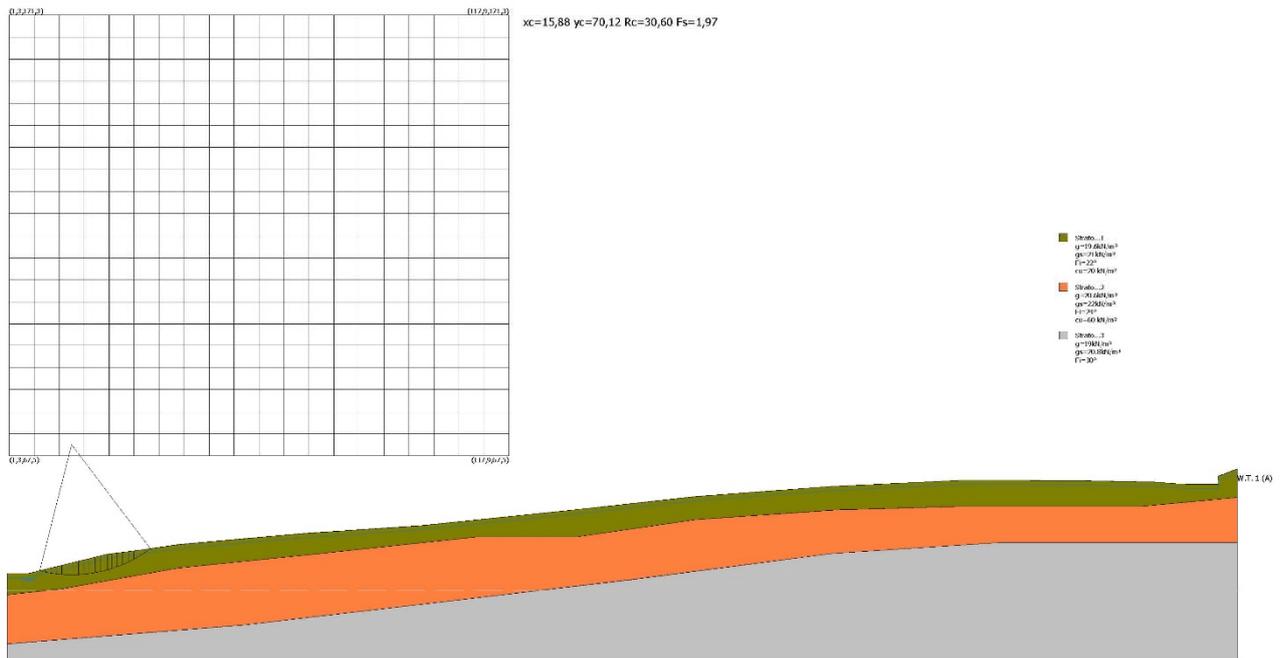


Figura 11: VERIFICA DI STABILITA' STATO DI FATTO IN PRESENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE

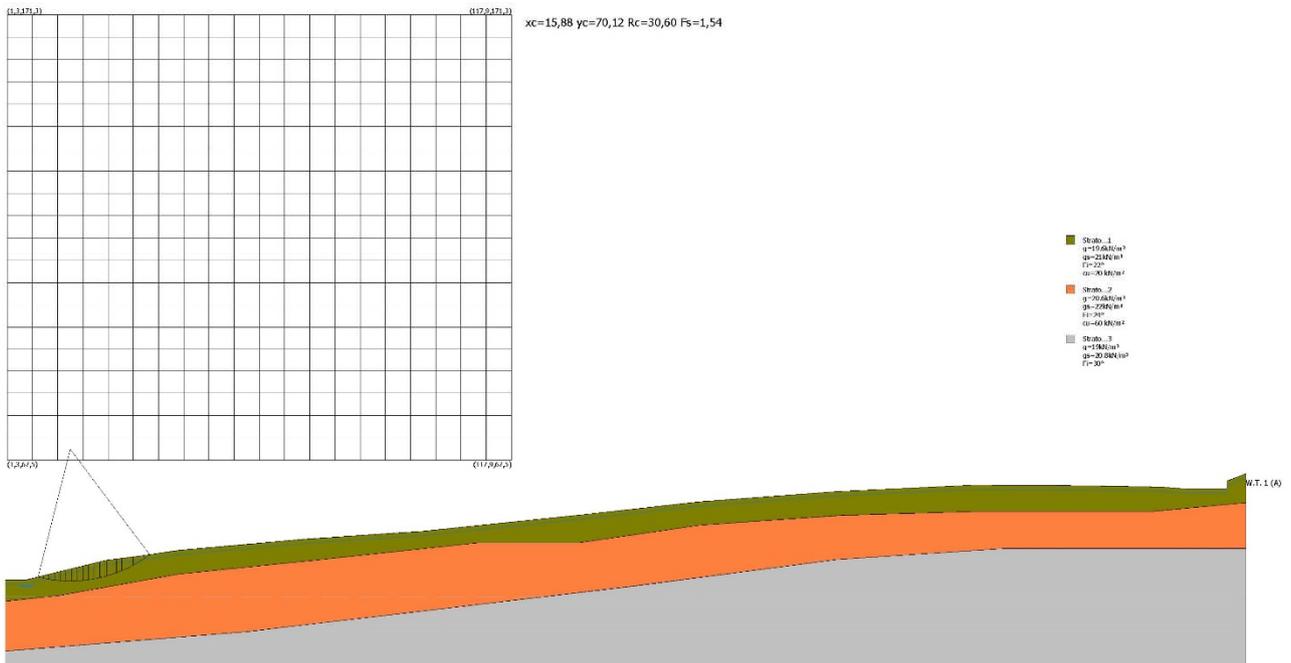


Figura 12: VERIFICA DI STABILITA' STATO DI PROGETTO IN ASSENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE

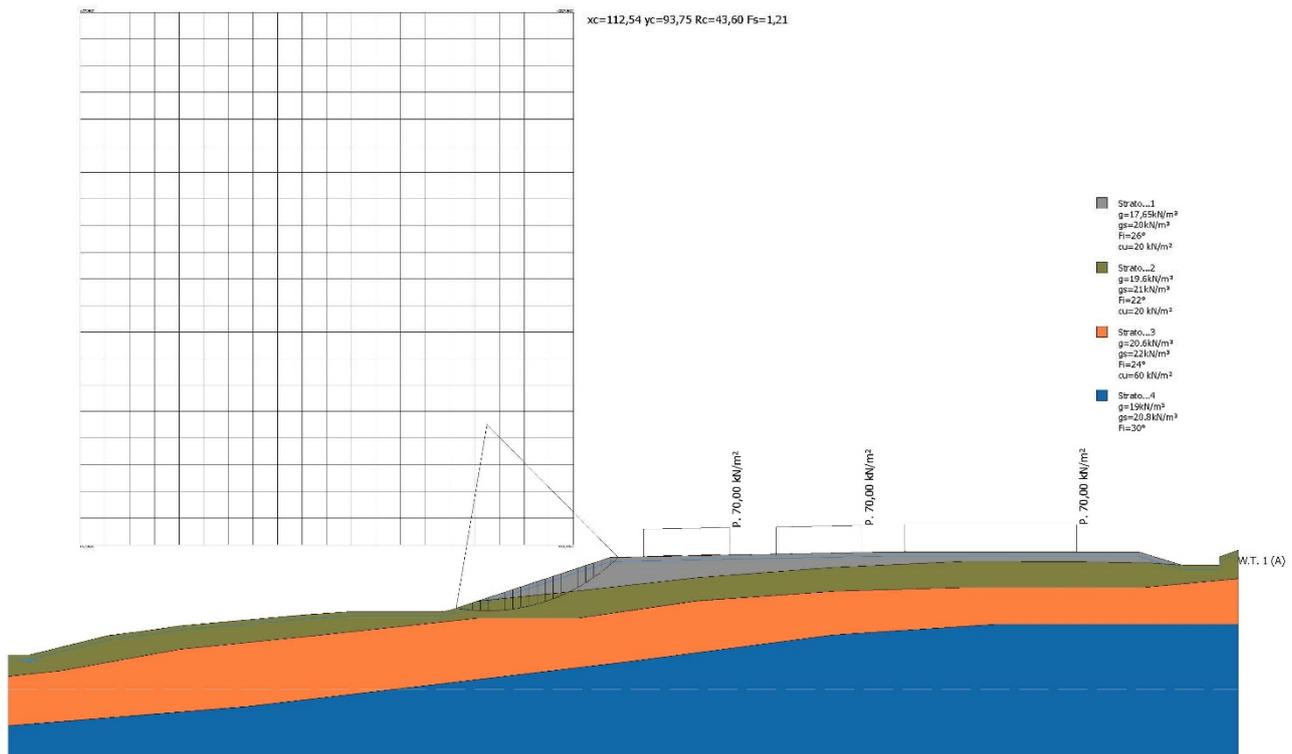
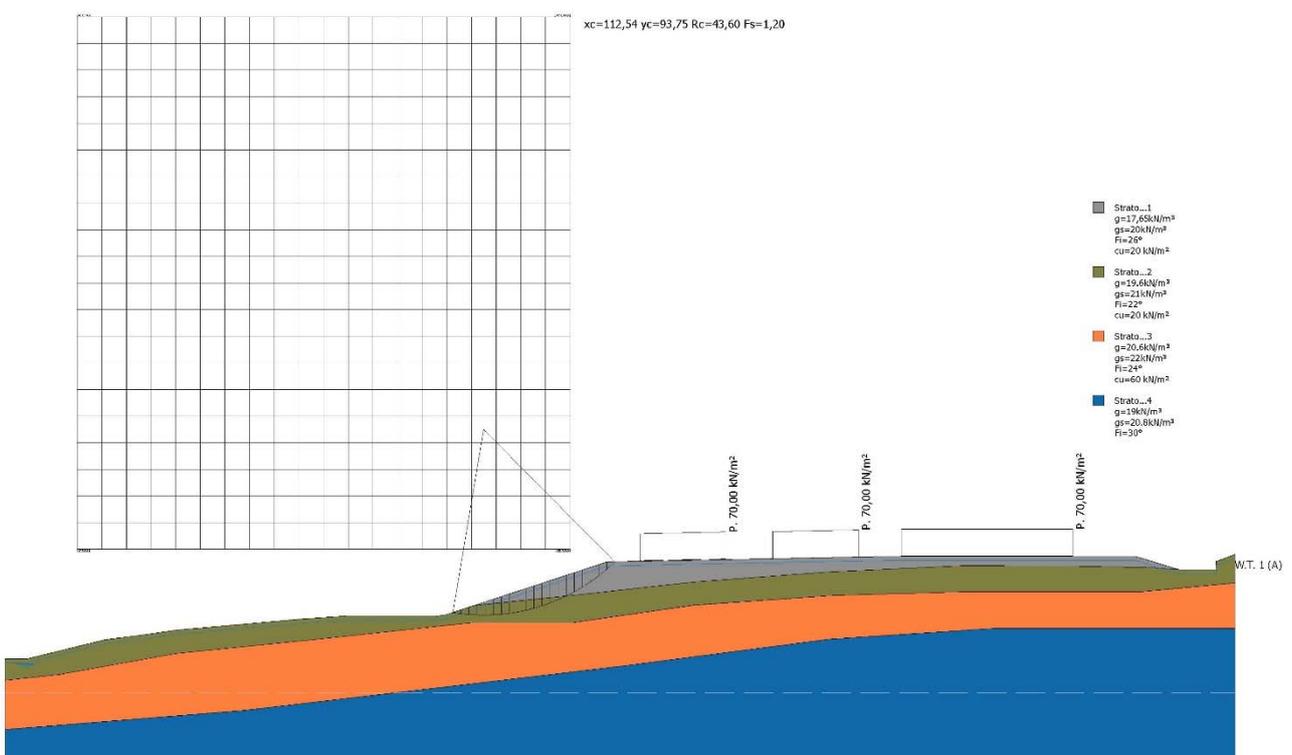


Figura 13: VERIFICA DI STABILITA' STATO DI PROGETTO IN PRESENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE



Le verifiche condotte hanno evidenziato che le opere di progetto comportano una diminuzione del fattore di sicurezza teorico con un valore minimo pari a 1,20 confermando quindi la stabilità degli interventi di progetto.

In allegato si riportano i tabulati di calcolo integrali delle verifiche di stabilità eseguite.

## 6 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA E PRESCRIZIONI

Nella presente relazione sono stati approfonditi gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici di un'area oggetto di Piano Operativo Comunale – Ambiti A9a e A9b – Madonna dei Baldaccini, in comune di Pavullo nel Frignano (MO) a seguito della integrazione di indagine geognostica effettuata sulla base della lettera di richiesta di integrazione inviata dalla Provincia di Modena precedentemente allegata.

Con riferimento a quanto reperito durante le fasi di ricerca bibliografica integrate successivamente con il rilievo geologico/geomorfologico e con le indagini geognostiche e geofisiche eseguite sul lotto in esame, si riconferma parere positivo per quanto di competenza relativamente agli interventi di variante urbanistica secondo quanto riportato nei capitoli precedenti della presente relazione

La presente relazione è stata redatta ai sensi della Circolare Regionale n. 1288 dell'11 Febbraio 1983, della Circolare regionale n° 3891/AT.SU del 21 Marzo 1974, della Delibera di Giunta Regionale n. 1667 del 24 Ottobre 2005, e di quanto previsto, per quel che concerne gli aspetti sismici, dal D.M. 14/01/2008 e dalla Delibera di Giunta Regionale n° 2193/2015.

A Vs. disposizione per ogni chiarimento e/o informazione si porgono distinti saluti.

Vignola, 11/05/2018

GEO-XPERT ITALIA SRL

Dott. Geol. Giorgio Masotti



## ALLEGATO 1

<p><b>INDAGINI PENETROMETRICHE AD INFISSIONE STATICA</b></p>
--

**STUDIO TECNICO AMBIENTALE**

**GEOTECH**

*di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi*

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)

Tel./Fax 059/66.06.43

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Penetrometro TG 63-100 KN

**Committente** : GEO-XPRT ITALIA Snc  
**Località** : Via Montebonello Pavullo  
**Prova numero** : 1  
**Data** : 04/11/2017  
**Operatore** : Dott. Geol. L. Malvezzi  
**Quota** : p.d.c. attuale

STUDIO TECNICO AMBIENTALE

**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 1

Località : Via Montebonello Pavullo

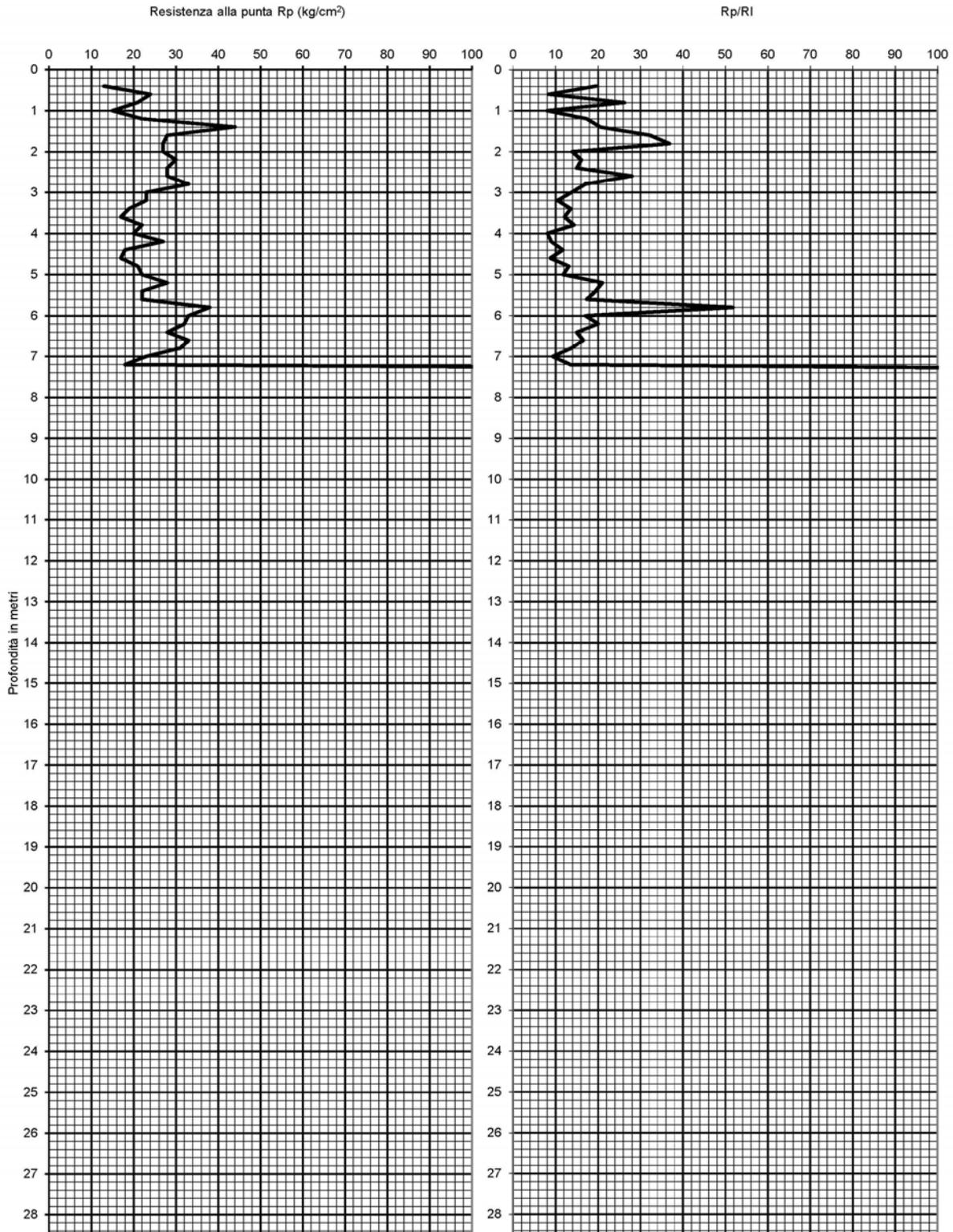
Committ. : GEO-XPERT ITALIA Snc

Operatore : Dott. Geol. L. Malvezzi

Date : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente



**STUDIO TECNICO AMBIENTALE**
**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

 Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
 Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 1

Località : Via Montebonello Pavullo

Committ : GEO-XPERT ITALIA Snc

Operatore: Dott. Geol. L. Malvezzi

Data : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
0.20					
0.40	13	23	13	0.67	19.50
0.60	24	67	24	2.87	8.37
0.80	21	33	21	0.80	26.25
1.00	15	43	15	1.87	8.04
1.20	22	41	22	1.27	17.37
1.40	44	76	44	2.13	20.63
1.60	28	41	28	0.87	32.31
1.80	27	38	27	0.73	36.82
2.00	27	56	27	1.93	13.97
2.20	30	58	30	1.87	16.07
2.40	28	56	28	1.87	15.00
2.60	28	43	28	1.00	28.00
2.80	33	62	33	1.93	17.07
3.00	23	48	23	1.67	13.80
3.20	23	56	23	2.20	10.45
3.40	19	40	19	1.40	13.57
3.60	17	38	17	1.40	12.14
3.80	22	45	22	1.53	14.35
4.00	20	57	20	2.47	8.11
4.20	27	72	27	3.00	9.00
4.40	18	41	18	1.53	11.74
4.60	17	46	17	1.93	8.79
4.80	21	45	21	1.60	13.13
5.00	22	50	22	1.87	11.79
5.20	28	48	28	1.33	21.00
5.40	22	39	22	1.13	19.41
5.60	22	41	22	1.27	17.37
5.80	38	49	38	0.73	51.82
6.00	33	62	33	1.93	17.07
6.20	32	56	32	1.60	20.00
6.40	28	56	28	1.87	15.00
6.60	33	63	33	2.00	16.50
6.80	31	65	31	2.27	13.68
7.00	23	60	23	2.47	9.32
7.20	18	38	18	1.33	13.50
7.40	330	350	330	1.33	247.50
7.60					
7.80					
8.00					
8.20					
8.40					
8.60					
8.80					
9.00					
9.20					
9.40					
9.60					
9.80					
10.00					
10.20					
10.40					
10.60					
10.80					
11.00					
11.20					
11.40					
11.60					
11.80					
12.00					
12.20					
12.40					
12.60					
12.80					
13.00					
13.20					
13.40					
13.60					
13.80					
14.00					
14.20					
14.40					
14.60					
14.80					
15.00					

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	0.667	0.0	
0.40	13.00	23.0	13.0	2.867	4.534	22.1
0.60	24.00	67.0	24.0	0.8	30.0	3.3
0.80	21.00	33.0	21.0	1.867	11.248	8.9
1.00	15.00	43.0	15.0	1.267	11.839	8.4
1.20	22.00	41.0	22.0	2.133	10.314	9.7
1.40	44.00	76.0	44.0	0.867	50.75	2.0
1.60	28.00	41.0	28.0	0.733	38.199	2.6
1.80	27.00	38.0	27.0	1.933	13.968	7.2
2.00	27.00	56.0	27.0	1.867	14.462	6.9
2.20	30.00	58.0	30.0	1.867	16.069	6.2
2.40	28.00	56.0	28.0	1.0	28.0	3.6
2.60	28.00	43.0	28.0	1.933	14.485	6.9
2.80	33.00	62.0	33.0	1.667	19.796	5.1
3.00	23.00	48.0	23.0	2.2	10.455	9.6
3.20	23.00	56.0	23.0	1.4	16.429	6.1
3.40	19.00	40.0	19.0	1.4	13.571	7.4
3.60	17.00	38.0	17.0	1.533	11.089	9.0
3.80	22.00	45.0	22.0	2.467	8.918	11.2
4.00	20.00	57.0	20.0	3.0	6.667	15.0
4.20	27.00	72.0	27.0	1.533	17.613	5.7
4.40	18.00	41.0	18.0	1.933	9.312	10.7
4.60	17.00	46.0	17.0	1.6	10.625	9.4
4.80	21.00	45.0	21.0	1.867	11.248	8.9
5.00	22.00	50.0	22.0	1.333	16.504	6.1
5.20	28.00	48.0	28.0	1.133	24.713	4.0
5.40	22.00	39.0	22.0	1.267	17.364	5.8
5.60	22.00	41.0	22.0	0.733	30.014	3.3
5.80	38.00	49.0	38.0	1.933	19.659	5.1
6.00	33.00	62.0	33.0	1.6	20.625	4.8
6.20	32.00	56.0	32.0	1.867	17.14	5.8
6.40	28.00	56.0	28.0	2.0	14.0	7.1
6.60	33.00	63.0	33.0	2.267	14.557	6.9
6.80	31.00	65.0	31.0	2.467	12.566	8.0
7.00	23.00	60.0	23.0	1.333	17.254	5.8
7.20	18.00	38.0	18.0	1.333	13.503	7.4
7.40	330.00	350.0	330.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	0.0	0.667	0.0	Coesivo	Stima non eseguibile
1.20	19.0	1.787	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
3.00	29.778	1.563	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
7.20	24.476	1.714	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
7.40	330.0	0.0	2.0	Incoerente	Substrato

**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	0.20	0.0	0.667	0.0	0.0	Terzaghi	0.0
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Terzaghi	1.0
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Terzaghi	1.5

Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Terzaghi	1.2
----------	------	--------	-------	-----	-----	----------	-----

**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	0.20	0.0	0.667	0.0	0.0	Metodo generale del modulo Edometrico	0.0
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Metodo generale del modulo Edometrico	44.2
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Metodo generale del modulo Edometrico	59.6
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Metodo generale del modulo Edometrico	49.0

**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	0.20	0.0	0.667	0.0	0.0	Cancelli 1980	0.0
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Cancelli 1980	708.7
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Cancelli 1980	1102.4
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Cancelli 1980	881.1

**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	0.20	0.0	0.667	0.0	0.0	Imai & Tomauchi	0.0
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Imai & Tomauchi	169.2
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Imai & Tomauchi	222.7
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Imai & Tomauchi	197.6

**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	0.0	0.667	0.0	0.0	Piacentini Righi 1978	<0.5
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Piacentini Righi 1978	>9

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	0.0	0.667	0.0	0.0	Meyerhof	0.0
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Meyerhof	2.0
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Meyerhof	2.0
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Meyerhof	2.0

**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	0.0	0.667	0.0	0.0	0	0
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	0.137	0.01781
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	0.11166	0.01452
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	0.12134	0.01577

**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	0.0	0.667		0.0	Meyerhof	0.0
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Meyerhof	2.0
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Meyerhof	2.1
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Meyerhof	2.1

**Velocità onde di 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	Vs (m/s)
Strato 1	0.20	0.0	0.667		0.0	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	0.00
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	169.23
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	227.14
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	254.97

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Harman	100.0

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Schmertmann	42.0

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4		0.0

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Buisman - Sanglerat	495.0

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Imai & Tomauchi	968.2

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Larsson 1991 S.G.I.	0.7

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Kulhawy & Mayne (1990)	1.05

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	0.05274	0.00686

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Meyerhof	0.0

**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 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Meyerhof	0.0

**Velocità onde di taglio.**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale	Tensione litostatica efficace	Correlazione	Vs (m/s)

Strato 5	7.40	330.0	0.0	(Kg/cm <sup>2</sup> ) 1.4	(Kg/cm <sup>2</sup> ) 1.4	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	548.08
----------	------	-------	-----	------------------------------	------------------------------	--	--------

**Permeabilità**

	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	K (cm/s)
Strato 1	0.20	0.0	0.667	0.0	0.0	Piacentini- Righi 1988	*
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Piacentini- Righi 1988	5.77E-11
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Piacentini- Righi 1988	*

**Coefficiente di consolidazione**

	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	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.20	0.0	0.667	0.0	0.0	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 2	1.20	19.0	1.787	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	5.7E-07
Strato 3	3.00	29.778	1.563	0.4	0.4	Piacentini- Righi 1988	5.151749E-06
Strato 4	7.20	24.476	1.714	1.0	1.0	Piacentini- Righi 1988	7.3428E-07
Strato 5	7.40	330.0	0.0	1.4	1.4	Piacentini- Righi 1988	0

**STUDIO TECNICO AMBIENTALE**

**GEOTECH**

*di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi*

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)

Tel./Fax 059/66.06.43

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Penetrometro TG 63-100 KN

**Committente** : GEO-XPRT ITALIA Snc  
**Località** : Via Montebonello Pavullo  
**Prova numero** : 2  
**Data** : 04/11/2017  
**Operatore** : Dott. Geol. L. Malvezzi  
**Quota** : p.d.c. attuale

STUDIO TECNICO AMBIENTALE

**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 2

Località : Via Montebonello Pavullo

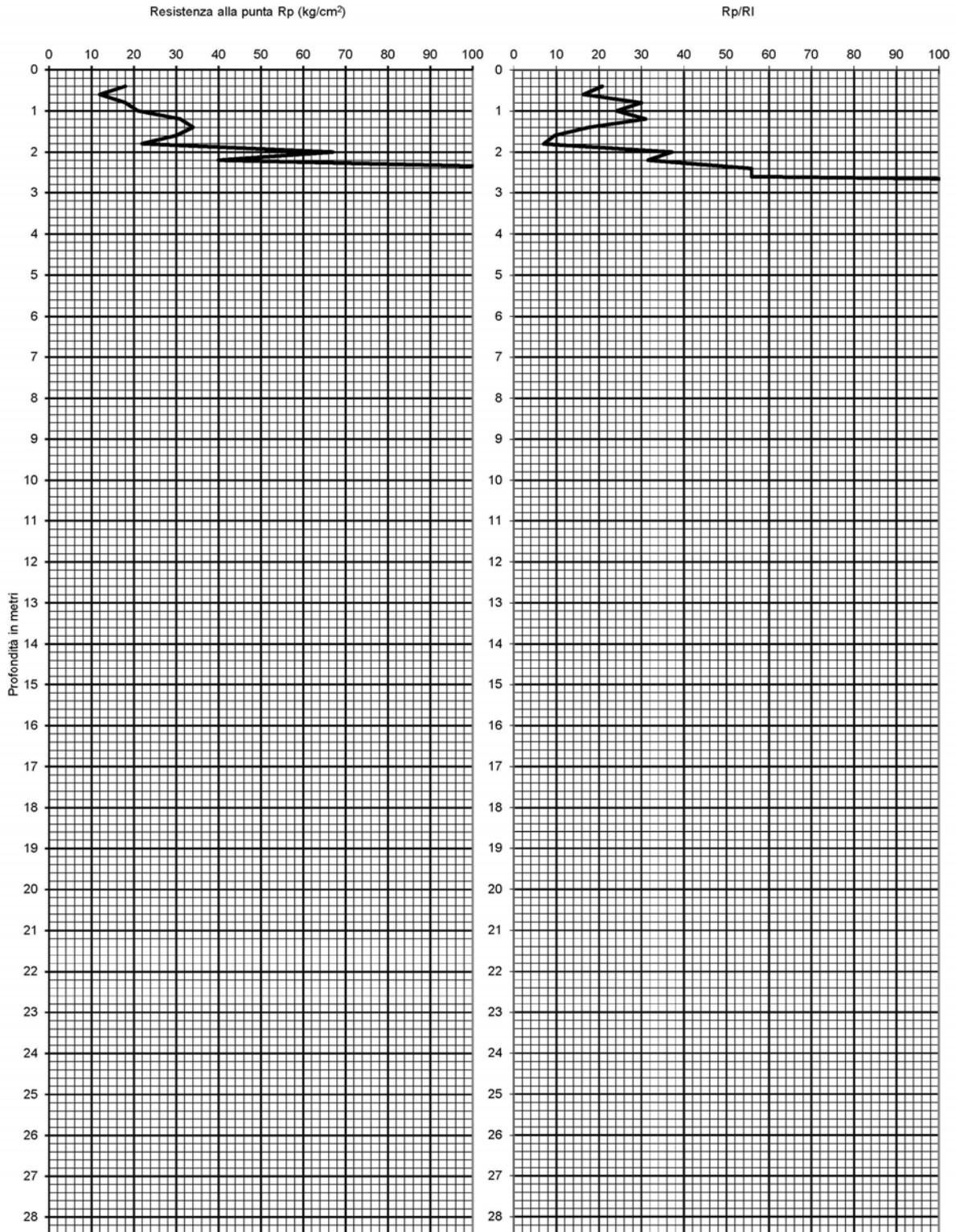
Committ. : GEO-XPRT ITALIA Snc

Operatore : Dott. Geol. L. Malvezzi

Date : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente



**STUDIO TECNICO AMBIENTALE**
**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

 Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
 Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 2

Località : Via Montebonello Pavullo

Committ : GEO-XPERT ITALIA Snc

Operatore: Dott. Geol. L. Malvezzi

Data : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
0.20					
0.40	18	31	18	0.87	20.77
0.60	12	23	12	0.73	16.36
0.80	18	27	18	0.60	30.00
1.00	21	34	21	0.87	24.23
1.20	31	46	31	1.00	31.00
1.40	34	63	34	1.93	17.59
1.60	30	77	30	3.13	9.57
1.80	22	69	22	3.13	7.02
2.00	67	94	67	1.80	37.22
2.20	40	59	40	1.27	31.58
2.40	123	156	123	2.20	55.91
2.60	123	156	123	2.20	55.91
2.80	300	320	300	1.33	225.00
3.00					
3.20					
3.40					
3.60					
3.80					
4.00					
4.20					
4.40					
4.60					
4.80					
5.00					
5.20					
5.40					
5.60					
5.80					
6.00					
6.20					
6.40					
6.60					
6.80					
7.00					
7.20					
7.40					
7.60					
7.80					
8.00					
8.20					
8.40					
8.60					
8.80					
9.00					
9.20					
9.40					
9.60					
9.80					
10.00					
10.20					
10.40					
10.60					
10.80					
11.00					
11.20					
11.40					
11.60					
11.80					
12.00					
12.20					
12.40					
12.60					
12.80					
13.00					
13.20					
13.40					
13.60					
13.80					
14.00					
14.20					
14.40					
14.60					
14.80					
15.00					

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Letture laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qc x 100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	0.867	0.0	
0.40	18.00	31.0	18.0	0.733	24.557	4.1
0.60	12.00	23.0	12.0	0.6	20.0	5.0
0.80	18.00	27.0	18.0	0.867	20.761	4.8
1.00	21.00	34.0	21.0	1.0	21.0	4.8
1.20	31.00	46.0	31.0	1.933	16.037	6.2
1.40	34.00	63.0	34.0	3.133	10.852	9.2
1.60	30.00	77.0	30.0	3.133	9.575	10.4
1.80	22.00	69.0	22.0	1.8	12.222	8.2
2.00	67.00	94.0	67.0	1.267	52.881	1.9
2.20	40.00	59.0	40.0	2.2	18.182	5.5
2.40	123.00	156.0	123.0	2.2	55.909	1.8
2.60	123.00	156.0	123.0	1.333	92.273	1.1
2.80	300.00	320.0	300.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	0.0	0.867	0.0		Stima non eseguibile
2.40	37.818	1.715	2.0	Coesivo	Argille sabbiose e limose
2.80	211.5	0.667	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

**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 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Terzaghi	1.9

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 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Metodo generale del modulo Edometrico	75.6

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 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Cancelli 1980	1409.9

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 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Imai & Tomauchi	257.7

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato	qc	fs	Tensione	Tensione	Correlazione	Ocr
--	--------------	----	----	----------	----------	--------------	-----

	(m)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )		
Strato 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Piacentini Righi 1978	>9

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 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Meyerhof	2.1

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 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	0.11359	0.01477

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 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Meyerhof	2.2

Velocità onde di 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	Vs (m/s)
Strato 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	217.38

**TERRENI INCOERENT I**

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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Harman	100.0

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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Schmertmann	42.0

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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5		0.0

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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Buisman - Sanglerat	317.3
----------	------	-------	-------	-----	-----	---------------------	-------

**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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Imai & Tomauchi	737.8

**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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

**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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00

**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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	0.12752	0.01658

**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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	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 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Meyerhof	2.2

**Velocità onde di 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	Vs (m/s)
Strato 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	428.26

**Permeabilità**

	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	K (cm/s)
Strato 1	0.20	0.0	0.867	0.0	0.0	Piacentini-	*

Strato 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Righi 1988 Piacentini- Righi 1988	2.07E-09
Strato 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Piacentini- Righi 1988	1.00E-03

Coefficiente di consolidazione

	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	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.20	0.0	0.867	0.0	0.0	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 2	2.40	37.818	1.715	0.2	0.2	Piacentini- Righi 1988	2.347286E-04
Strato 3	2.80	211.5	0.667	0.5	0.5	Piacentini- Righi 1988	0

**STUDIO TECNICO AMBIENTALE  
GEOTECH**

*di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi*

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
Tel./Fax 059/66.06.43

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**  
Penetrometro TG 63-100 KN

**Committente** : GEO-XPRT ITALIA Snc  
**Località** : Via Montebonello Pavullo  
**Prova numero** : 3  
**Data** : 04/11/2017  
**Operatore** : Dott. Geol. L. Malvezzi  
**Quota** : p.d.c. attuale

STUDIO TECNICO AMBIENTALE

**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 3

Località : Via Montebonello Pavullo

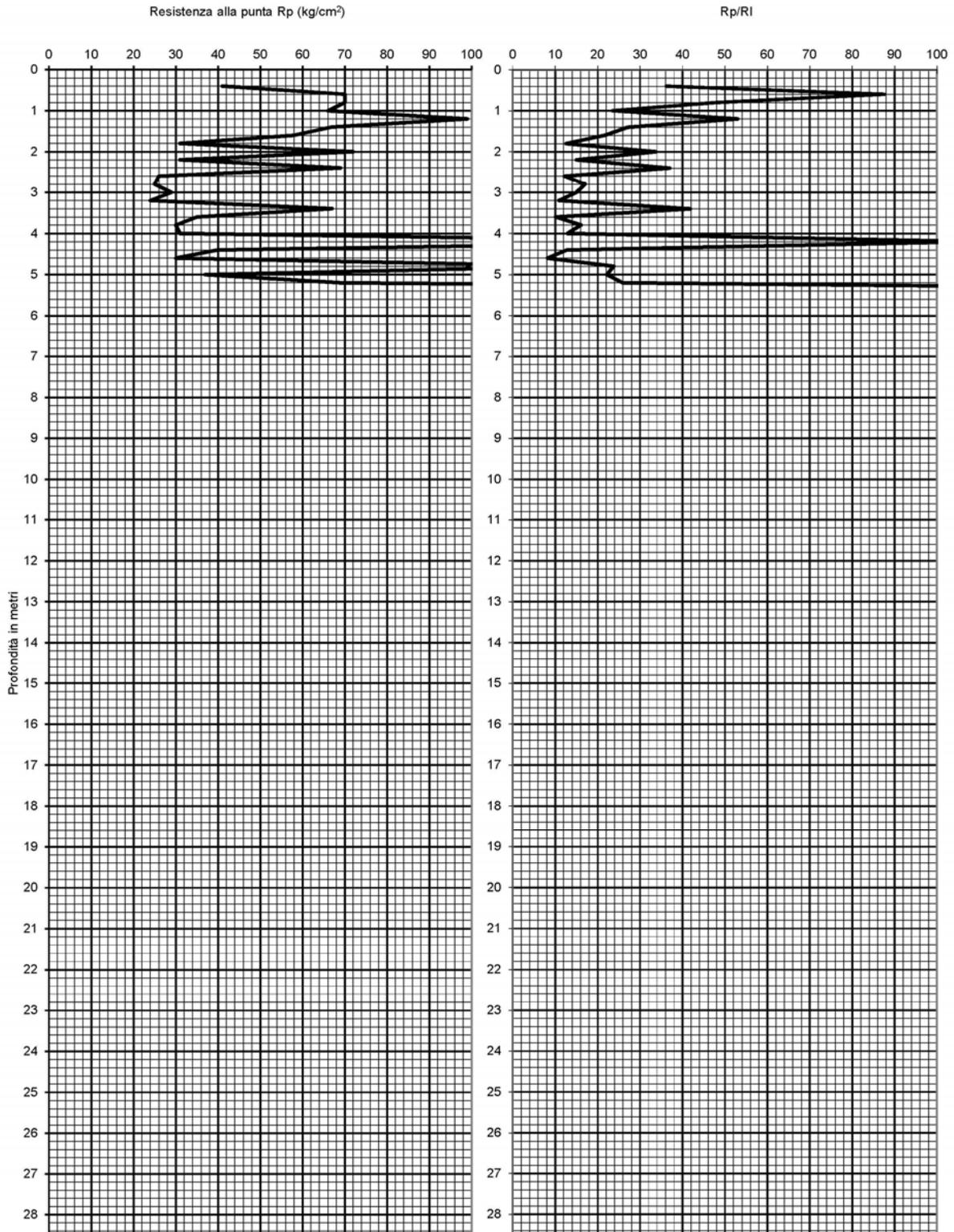
Committ. : GEO-XPRT ITALIA Snc

Operatore : Dott. Geol. L. Malvezzi

Date : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente



**STUDIO TECNICO AMBIENTALE**
**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

 Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
 Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 3

Località : Via Montebonello Pavullo

Committ : GEO-XPERT ITALIA Snc

Operatore: Dott. Geol. L. Malvezzi

Data : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
0.20					
0.40	41	58	41	1.13	36.18
0.60	70	82	70	0.80	87.50
0.80	70	92	70	1.47	47.73
1.00	66	108	66	2.80	23.57
1.20	99	127	99	1.87	53.04
1.40	67	104	67	2.47	27.16
1.60	58	98	58	2.67	21.75
1.80	31	68	31	2.47	12.57
2.00	72	104	72	2.13	33.75
2.20	31	62	31	2.07	15.00
2.40	69	97	69	1.87	36.96
2.60	26	58	26	2.13	12.19
2.80	25	47	25	1.47	17.05
3.00	29	58	29	1.93	15.00
3.20	24	57	24	2.20	10.91
3.40	67	91	67	1.60	41.88
3.60	35	87	35	3.47	10.10
3.80	30	58	30	1.87	16.07
4.00	31	67	31	2.40	12.92
4.20	167	190	167	1.53	108.91
4.40	40	87	40	3.13	12.77
4.60	30	85	30	3.67	8.18
4.80	127	207	127	5.33	23.81
5.00	37	62	37	1.67	22.20
5.20	69	109	69	2.67	25.88
5.40	300	320	300	1.33	225.00
5.60					
5.80					
6.00					
6.20					
6.40					
6.60					
6.80					
7.00					
7.20					
7.40					
7.60					
7.80					
8.00					
8.20					
8.40					
8.60					
8.80					
9.00					
9.20					
9.40					
9.60					
9.80					
10.00					
10.20					
10.40					
10.60					
10.80					
11.00					
11.20					
11.40					
11.60					
11.80					
12.00					
12.20					
12.40					
12.60					
12.80					
13.00					
13.20					
13.40					
13.60					
13.80					
14.00					
14.20					
14.40					
14.60					
14.80					
15.00					

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.133	0.0	
0.40	41.00	58.0	41.0	0.8	51.25	2.0
0.60	70.00	82.0	70.0	1.467	47.716	2.1
0.80	70.00	92.0	70.0	2.8	25.0	4.0
1.00	66.00	108.0	66.0	1.867	35.351	2.8
1.20	99.00	127.0	99.0	2.467	40.13	2.5
1.40	67.00	104.0	67.0	2.667	25.122	4.0
1.60	58.00	98.0	58.0	2.467	23.51	4.3
1.80	31.00	68.0	31.0	2.133	14.534	6.9
2.00	72.00	104.0	72.0	2.067	34.833	2.9
2.20	31.00	62.0	31.0	1.867	16.604	6.0
2.40	69.00	97.0	69.0	2.133	32.349	3.1
2.60	26.00	58.0	26.0	1.467	17.723	5.6
2.80	25.00	47.0	25.0	1.933	12.933	7.7
3.00	29.00	58.0	29.0	2.2	13.182	7.6
3.20	24.00	57.0	24.0	1.6	15.0	6.7
3.40	67.00	91.0	67.0	3.467	19.325	5.2
3.60	35.00	87.0	35.0	1.867	18.747	5.3
3.80	30.00	58.0	30.0	2.4	12.5	8.0
4.00	31.00	67.0	31.0	1.533	20.222	4.9
4.20	167.00	190.0	167.0	3.133	53.304	1.9
4.40	40.00	87.0	40.0	3.667	10.908	9.2
4.60	30.00	85.0	30.0	5.333	5.625	17.8
4.80	127.00	207.0	127.0	1.667	76.185	1.3
5.00	37.00	62.0	37.0	2.667	13.873	7.2
5.20	69.00	109.0	69.0	1.333	51.763	1.9
5.40	300.00	320.0	300.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	0.0	1.133	0.0		Stima non eseguibile
4.00	49.526	2.063	2.1	Coesivo	Argille sabbiose e limose
5.00	80.2	3.293	2.0	Incoerente	Substrato

**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 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Terzaghi	2.5

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	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Metodo generale del modulo Edometrico	99.1

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 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Cancelli 1980	1842.3
----------	------	--------	-------	-----	-----	---------------	--------

**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 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Imai & Tomauchi	303.9

**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 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Piacentini Righi 1978	>9

**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 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Meyerhof	2.1

**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	Crn
Strato 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	0.10592	0.01377

**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 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Meyerhof	2.2

**Velocità onde di 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	Vs (m/s)
Strato 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	250.99

**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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Harman	67.0

**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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Schmertmann	37.2

**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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9		0.0

**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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Buisman - Sanglerat	120.3

**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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Imai & Tomauchi	408.0

**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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Larsson 1991 S.G.I.	1.4

**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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Kulhawy & Mayne (1990)	0.56

**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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	0.09672	0.01257

**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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	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 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Meyerhof	2.1

**Velocità onde di taglio.**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Vs (m/s)

				totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )		
Strato 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	362.97

Permeabilità

	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	K (cm/s)
Strato 1	0.20	0.0	1.133	0.0	0.0	Piacentini- Righi 1988	*
Strato 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Piacentini- Righi 1988	9.08E-09
Strato 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Piacentini- Righi 1988	2.66E-09

Coefficiente di consolidazione

	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	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.20	0.0	1.133	0.0	0.0	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 2	4.00	49.526	2.063	0.4	0.4	Piacentini- Righi 1988	0.0013489
Strato 3	5.00	80.2	3.293	0.9	0.9	Piacentini- Righi 1988	6.404596E-04

**STUDIO TECNICO AMBIENTALE**

**GEOTECH**

*di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi*

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)

Tel./Fax 059/66.06.43

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Penetrometro TG 63-100 KN

**Committente** : GEO-XPRT ITALIA Snc  
**Località** : Via Montebonello Pavullo  
**Prova numero** : 4  
**Data** : 04/11/2017  
**Operatore** : Dott. Geol. L. Malvezzi  
**Quota** : p.d.c. attuale

STUDIO TECNICO AMBIENTALE

**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 4

Località : Via Montebonello Pavullo

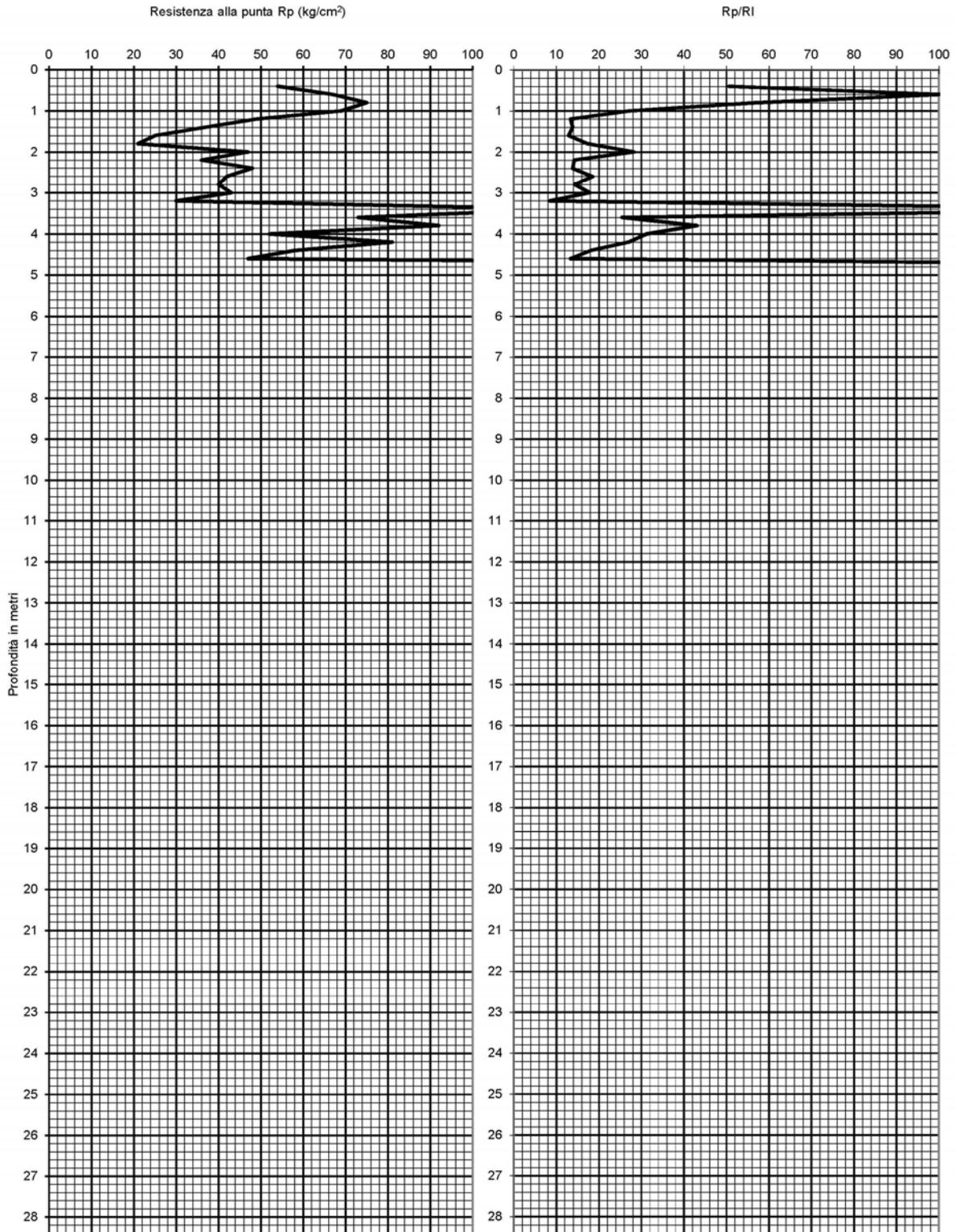
Committ. : GEO-XPRT ITALIA Snc

Operatore : Dott. Geol. L. Malvezzi

Date : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente



**STUDIO TECNICO AMBIENTALE**
**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

 Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
 Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 4

Località : Via Montebonello Pavullo

Committ : GEO-XPERT ITALIA Snc

Operatore: Dott. Geol. L. Malvezzi

Data : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
0.20					
0.40	54	70	54	1.07	50.63
0.60	67	77	67	0.67	100.50
0.80	75	95	75	1.33	56.25
1.00	69	107	69	2.53	27.24
1.20	49	104	49	3.67	13.36
1.40	37	77	37	2.67	13.88
1.60	25	54	25	1.93	12.93
1.80	21	39	21	1.20	17.50
2.00	47	72	47	1.67	28.20
2.20	36	74	36	2.53	14.21
2.40	48	100	48	3.47	13.85
2.60	42	76	42	2.27	18.53
2.80	40	82	40	2.80	14.29
3.00	43	79	43	2.40	17.92
3.20	30	83	30	3.53	8.49
3.40	122	134	122	0.80	152.50
3.60	73	116	73	2.87	25.47
3.80	92	124	92	2.13	43.13
4.00	52	77	52	1.67	31.20
4.20	81	126	81	3.00	27.00
4.40	58	106	58	3.20	18.13
4.60	47	100	47	3.53	13.30
4.80	280	300	280	1.33	210.00
5.00					
5.20					
5.40					
5.60					
5.80					
6.00					
6.20					
6.40					
6.60					
6.80					
7.00					
7.20					
7.40					
7.60					
7.80					
8.00					
8.20					
8.40					
8.60					
8.80					
9.00					
9.20					
9.40					
9.60					
9.80					
10.00					
10.20					
10.40					
10.60					
10.80					
11.00					
11.20					
11.40					
11.60					
11.80					
12.00					
12.20					
12.40					
12.60					
12.80					
13.00					
13.20					
13.40					
13.60					
13.80					
14.00					
14.20					
14.40					
14.60					
14.80					
15.00					

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.067	0.0	
0.40	54.00	70.0	54.0	0.667	80.96	1.2
0.60	67.00	77.0	67.0	1.333	50.263	2.0
0.80	75.00	95.0	75.0	2.533	29.609	3.4
1.00	69.00	107.0	69.0	3.667	18.816	5.3
1.20	49.00	104.0	49.0	2.667	18.373	5.4
1.40	37.00	77.0	37.0	1.933	19.141	5.2
1.60	25.00	54.0	25.0	1.2	20.833	4.8
1.80	21.00	39.0	21.0	1.667	12.597	7.9
2.00	47.00	72.0	47.0	2.533	18.555	5.4
2.20	36.00	74.0	36.0	3.467	10.384	9.6
2.40	48.00	100.0	48.0	2.267	21.173	4.7
2.60	42.00	76.0	42.0	2.8	15.0	6.7
2.80	40.00	82.0	40.0	2.4	16.667	6.0
3.00	43.00	79.0	43.0	3.533	12.171	8.2
3.20	30.00	83.0	30.0	0.8	37.5	2.7
3.40	122.00	134.0	122.0	2.867	42.553	2.4
3.60	73.00	116.0	73.0	2.133	34.224	2.9
3.80	92.00	124.0	92.0	1.667	55.189	1.8
4.00	52.00	77.0	52.0	3.0	17.333	5.8
4.20	81.00	126.0	81.0	3.2	25.313	4.0
4.40	58.00	106.0	58.0	3.533	16.417	6.1
4.60	47.00	100.0	47.0	1.333	35.259	2.8
4.80	280.00	300.0	280.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	0.0	1.067	0.0		Stima non eseguibile
1.60	53.714	2.0	2.1	Coesivo	Argille sabbiose e limose
3.20	38.375	2.433	2.1	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
4.60	75.0	2.533	2.1	Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
4.80	280.0	0.0	2.0	Incoerente	Substrato

**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 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Terzaghi	2.7
Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Terzaghi	1.9
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Terzaghi	3.8

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 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Metodo generale del modulo Edometrico	107.4
Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Metodo generale del modulo	76.7

Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Edometrico Metodo generale del modulo Edometrico	150.0
----------	------	------	-------	-----	-----	--	-------

**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 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Cancelli 1980	2008.8
Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Cancelli 1980	1421.7
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Cancelli 1980	2783.4

**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 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Imai & Tomauchi	319.3
Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Imai & Tomauchi	260.0
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Imai & Tomauchi	391.6

**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 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Piacentini Righi 1978	>9

**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 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Meyerhof	2.1
Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Meyerhof	2.1
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Meyerhof	2.2

**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	Crn
Strato 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	0.10398	0.01352
Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	0.11313	0.01471
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	0.09766	0.0127

**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 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Meyerhof	2.2

Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Meyerhof	2.2
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Meyerhof	2.3

**Velocità onde di 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	Vs (m/s)
Strato 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	217.20
Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	245.33
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	300.91

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Harman	100.0

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Schmertmann	42.0

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9		0.0

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Buisman - Sanglerat	420.0

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Imai & Tomauchi	875.7

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Larsson 1991 S.G.I.	0.6

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Kulhawy & Mayne (1990)	1.23

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	0.02753	0.00358

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Meyerhof	0.0

**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 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Meyerhof	0.0

**Velocità onde di 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	Vs (m/s)
Strato 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	499.87

**Permeabilità**

	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	K (cm/s)
Strato 1	0.20	0.0	1.067	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	*
Strato 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Piacentini-Righi 1988	1.00E-07
Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Piacentini-Righi 1988	3.78E-07
Strato 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Piacentini-Righi 1988	*

**Coefficiente di consolidazione**

	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	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.20	0.0	1.067	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	1.60	53.714	2.0	0.1	0.1	Piacentini-	1.612483E-02

---

Strato 3	3.20	38.375	2.433	0.5	0.5	Righi 1988 Piacentini- Righi 1988	1.15125E-06
Strato 4	4.60	75.0	2.533	0.8	0.8	Piacentini- Righi 1988	0.0851198
Strato 5	4.80	280.0	0.0	0.9	0.9	Piacentini- Righi 1988	0

**STUDIO TECNICO AMBIENTALE**

**GEOTECH**

*di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi*

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)

Tel./Fax 059/66.06.43

**PROVA PENETROMETRICA STATICA**

Penetrometro TG 63-100 KN

**Committente** : GEO-XPRT ITALIA Snc  
**Località** : Via Montebonello Pavullo  
**Prova numero** : 5  
**Data** : 04/11/2017  
**Operatore** : Dott. Geol. L. Malvezzi  
**Quota** : p.d.c. attuale

STUDIO TECNICO AMBIENTALE

**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 5

Località : Via Montebonello Pavullo

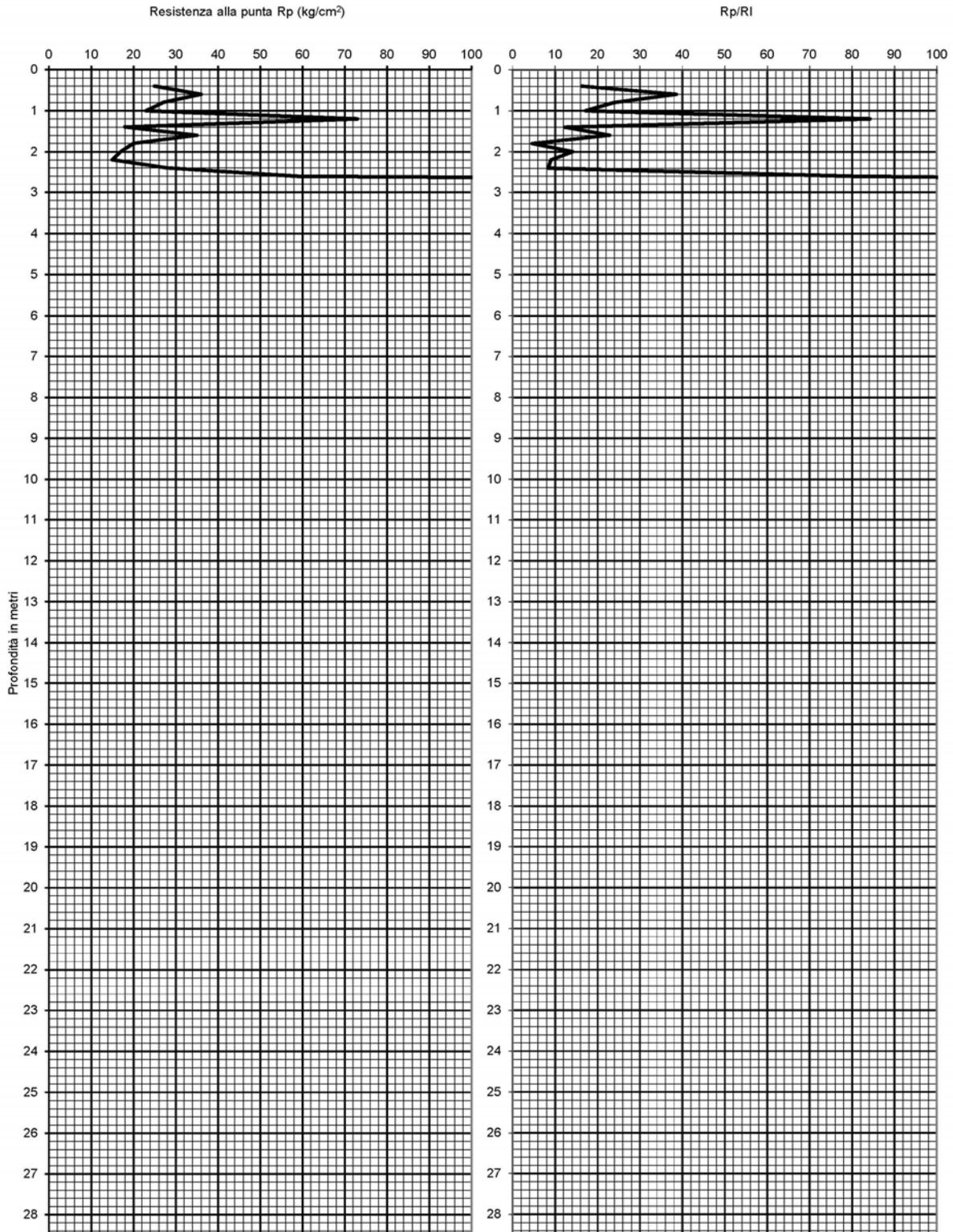
Committ. : GEO-XPRT ITALIA Snc

Operatore : Dott. Geol. L. Malvezzi

Date : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente



**STUDIO TECNICO AMBIENTALE**
**GEOTECH** di Dott. Geol. Lorenzo Malvezzi

 Via I. Martinelli n° 51A - 41012 Fossoli di Carpi (MO)  
 Tel./Fax 059/66.06.43

Prova n° : 5

Località : Via Montebonello Pavullo

Committ : GEO-XPERT ITALIA Snc

Operatore: Dott. Geol. L. Malvezzi

Data : 04/11/2017

Quota : p.d.c. attuale

Falda : assente

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
0.20					
0.40	25	48	25	1.53	16.30
0.60	36	50	36	0.93	38.57
0.80	27	44	27	1.13	23.82
1.00	23	43	23	1.33	17.25
1.20	73	86	73	0.87	84.23
1.40	18	40	18	1.47	12.27
1.60	35	58	35	1.53	22.83
1.80	20	85	20	4.33	4.62
2.00	17	35	17	1.20	14.17
2.20	15	40	15	1.67	9.00
2.40	28	78	28	3.33	8.40
2.60	59	70	59	0.73	80.45
2.80	380	400	380	1.33	285.00
3.00					
3.20					
3.40					
3.60					
3.80					
4.00					
4.20					
4.40					
4.60					
4.80					
5.00					
5.20					
5.40					
5.60					
5.80					
6.00					
6.20					
6.40					
6.60					
6.80					
7.00					
7.20					
7.40					
7.60					
7.80					
8.00					
8.20					
8.40					
8.60					
8.80					
9.00					
9.20					
9.40					
9.60					
9.80					
10.00					
10.20					
10.40					
10.60					
10.80					
11.00					
11.20					
11.40					
11.60					
11.80					
12.00					
12.20					
12.40					
12.60					
12.80					
13.00					
13.20					
13.40					
13.60					
13.80					
14.00					
14.20					
14.40					
14.60					
14.80					
15.00					

PROF. (M)	P (KG/CM2)	P + L (KG/CM2)	RP (KG/CM2)	RL (KG/CM2)	RP/RL [ - ]
15.20					
15.40					
15.60					
15.80					
16.00					
16.20					
16.40					
16.60					
16.80					
17.00					
17.20					
17.40					
17.60					
17.80					
18.00					
18.20					
18.40					
18.60					
18.80					
19.00					
19.20					
19.40					
19.60					
19.80					
20.00					
20.20					
20.40					
20.60					
20.80					
21.00					
21.20					
21.40					
21.60					
21.80					
22.00					
22.20					
22.40					
22.60					
22.80					
23.00					
23.20					
23.40					
23.60					
23.80					
24.00					
24.20					
24.40					
24.60					
24.80					
25.00					
25.20					
25.40					
25.60					
25.80					
26.00					
26.20					
26.40					
26.60					
26.80					
27.00					
27.20					
27.40					
27.60					
27.80					
28.00					
28.20					
28.40					
28.60					
28.80					
29.00					
29.20					
29.40					
29.60					
29.80					
30.00					

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Letture laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.533	0.0	
0.40	25.00	48.0	25.0	0.933	26.795	3.7
0.60	36.00	50.0	36.0	1.133	31.774	3.1
0.80	27.00	44.0	27.0	1.333	20.255	4.9
1.00	23.00	43.0	23.0	0.867	26.528	3.8
1.20	73.00	86.0	73.0	1.467	49.761	2.0
1.40	18.00	40.0	18.0	1.533	11.742	8.5
1.60	35.00	58.0	35.0	4.333	8.078	12.4
1.80	20.00	85.0	20.0	1.2	16.667	6.0
2.00	17.00	35.0	17.0	1.667	10.198	9.8
2.20	15.00	40.0	15.0	3.333	4.5	22.2
2.40	28.00	78.0	28.0	0.733	38.199	2.6
2.60	59.00	70.0	59.0	1.333	44.261	2.3
2.80	380.00	400.0	380.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	0.0	1.533	0.0		Stima non eseguibile
2.40	28.818	1.685	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
2.80	219.5	0.667	2.1	Incoerente	Substrato

### 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 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Terzaghi	1.4

##### 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 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Metodo generale del modulo Edometrico	57.6

##### 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 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Cancelli 1980	1072.4

##### 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 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Imai & Tomauchi	218.3

##### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Ocr
--	------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	----------------------	--------------	-----

				totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )		
Strato 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Piacentini Righi 1978	>9

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 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Meyerhof	2.0

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 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	0.11315	0.01471

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 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Meyerhof	2.1

Velocità onde di 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	Vs (m/s)
Strato 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	206.94

**TERRENI INCOERENTI I**

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 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Harman	100.0

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 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Schmertmann	42.0

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 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5		0.0

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 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Buisman -	329.3

						Sanglerat	
--	--	--	--	--	--	-----------	--

**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 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Imai & Tomauchi	754.7

**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 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

**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 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00

**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	Crn
Strato 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	0.14513	0.01887

**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 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	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 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Meyerhof	2.2

**Velocità onde di 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	Vs (m/s)
Strato 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	432.49

**Permeabilità**

	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	K (cm/s)
Strato 1	0.20	0.0	1.533	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	*

Strato 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03

Coefficiente di consolidazione

	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	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.20	0.0	1.533	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	2.40	28.818	1.685	0.2	0.2	Piacentini-Righi 1988	8.6454E-07
Strato 3	2.80	219.5	0.667	0.5	0.5	Piacentini-Righi 1988	0

ALLEGATO 1bis

**INDAGINI PENETROMETRICHE AD  
INFISSIONE DINAMICA**



Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI  
 Prova eseguita in data 24/04/2018  
 Profondità prova 12,50 mt  
 Falda non rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0,857	0,32	0,37	15,87	18,52
0,20	1	0,855	0,32	0,37	15,83	18,52
0,30	1	0,853	0,32	0,37	15,79	18,52
0,40	1	0,851	0,32	0,37	15,76	18,52
0,50	1	0,849	0,31	0,37	15,72	18,52
0,60	1	0,847	0,31	0,37	15,69	18,52
0,70	1	0,845	0,31	0,37	15,65	18,52
0,80	1	0,843	0,31	0,37	15,62	18,52
0,90	1	0,842	0,30	0,35	14,84	17,63
1,00	2	0,840	0,59	0,71	29,62	35,27
1,10	2	0,838	0,59	0,71	29,56	35,27
1,20	2	0,836	0,59	0,71	29,49	35,27
1,30	3	0,835	0,88	1,06	44,15	52,90
1,40	2	0,833	0,59	0,71	29,37	35,27
1,50	3	0,831	0,88	1,06	43,97	52,90
1,60	3	0,830	0,88	1,06	43,89	52,90
1,70	3	0,828	0,88	1,06	43,80	52,90
1,80	4	0,826	1,17	1,41	58,29	70,54
1,90	3	0,825	0,83	1,01	41,64	50,48
2,00	2	0,823	0,55	0,67	27,70	33,65
2,10	4	0,822	1,11	1,35	55,30	67,31
2,20	5	0,820	1,38	1,68	69,00	84,14
2,30	4	0,819	1,10	1,35	55,10	67,31
2,40	8	0,817	2,20	2,69	110,00	134,62
2,50	19	0,766	4,90	6,39	244,81	319,72
2,60	9	0,814	2,47	3,03	123,31	151,45
2,70	10	0,813	2,74	3,37	136,78	168,27
2,80	6	0,811	1,64	2,02	81,92	100,96
2,90	7	0,810	1,82	2,25	91,24	112,64
3,00	15	0,759	3,66	4,83	183,12	241,37
3,10	10	0,807	2,60	3,22	129,91	160,91
3,20	9	0,806	2,33	2,90	116,73	144,82
3,30	15	0,755	3,64	4,83	182,16	241,37
3,40	8	0,803	2,07	2,57	103,42	128,73
3,50	6	0,802	1,55	1,93	77,44	96,55
3,60	8	0,801	2,06	2,57	103,10	128,73
3,70	8	0,800	2,06	2,57	102,94	128,73
3,80	8	0,798	2,06	2,57	102,78	128,73
3,90	9	0,797	2,21	2,77	110,61	138,75
4,00	10	0,796	2,45	3,08	122,72	154,17
4,10	9	0,795	2,21	2,77	110,28	138,75
4,20	7	0,794	1,71	2,16	85,65	107,92
4,30	7	0,793	1,71	2,16	85,53	107,92
4,40	9	0,791	2,20	2,77	109,81	138,75
4,50	14	0,740	3,20	4,32	159,79	215,83
4,60	25	0,689	5,31	7,71	265,64	385,41
4,70	44	0,588	7,98	13,57	398,97	678,33
4,80	35	0,637	6,88	10,79	343,77	539,58
4,90	27	0,686	5,48	7,99	274,08	399,50
5,00	31	0,635	5,83	9,17	291,28	458,68
5,10	18	0,734	3,91	5,33	195,49	266,33

5,20	10	0,783	2,32	2,96	115,86	147,96
5,30	10	0,782	2,31	2,96	115,71	147,96
5,40	19	0,731	4,11	5,62	205,52	281,13
5,50	72	0,580	12,36	21,31	617,98	1065,33
5,60	29	0,679	5,83	8,58	291,41	429,09
5,70	25	0,678	5,02	7,40	250,87	369,91
5,80	42	0,577	7,17	12,43	358,75	621,44
5,90	35	0,626	6,24	9,96	311,83	497,84
6,00	27	0,675	5,19	7,68	259,41	384,05
6,10	24	0,675	4,61	6,83	230,29	341,38
6,20	17	0,724	3,50	4,84	175,00	241,81
6,30	10	0,773	2,20	2,84	109,93	142,24
6,40	11	0,772	2,42	3,13	120,79	156,46
6,50	10	0,771	2,19	2,84	109,69	142,24
6,60	14	0,720	2,87	3,98	143,45	199,14
6,70	19	0,720	3,89	5,41	194,46	270,26
6,80	14	0,719	2,86	3,98	143,13	199,14
6,90	17	0,718	3,34	4,66	167,14	232,80
7,00	14	0,717	2,75	3,83	137,50	191,72
7,10	16	0,716	3,14	4,38	156,97	219,11
7,20	20	0,716	3,92	5,48	196,00	273,89
7,30	23	0,665	4,19	6,30	209,42	314,97
7,40	15	0,714	2,93	4,11	146,70	205,41
7,50	14	0,713	2,74	3,83	136,78	191,72
7,60	17	0,713	3,32	4,66	165,92	232,80
7,70	26	0,662	4,71	7,12	235,70	356,05
7,80	34	0,611	5,69	9,31	284,62	465,61
7,90	17	0,711	3,19	4,49	159,49	224,45
8,00	17	0,710	3,19	4,49	159,34	224,45
8,10	16	0,709	3,00	4,22	149,82	211,24
8,20	15	0,709	2,81	3,96	140,32	198,04
8,30	15	0,708	2,80	3,96	140,19	198,04
8,40	16	0,707	2,99	4,22	149,40	211,24
8,50	14	0,707	2,61	3,70	130,61	184,84
8,60	10	0,756	2,00	2,64	99,81	132,03
8,70	8	0,755	1,60	2,11	79,78	105,62
8,80	9	0,755	1,79	2,38	89,68	118,82
8,90	11	0,754	2,11	2,80	105,72	140,20
9,00	12	0,753	2,30	3,06	115,24	152,94
9,10	16	0,703	2,87	4,08	143,33	203,92
9,20	15	0,702	2,69	3,82	134,26	191,18
9,30	15	0,702	2,68	3,82	134,15	191,18
9,40	14	0,701	2,50	3,57	125,10	178,43
9,50	22	0,651	3,65	5,61	182,40	280,39
9,60	20	0,700	3,57	5,10	178,42	254,90
9,70	17	0,699	3,03	4,33	151,53	216,67
9,80	16	0,699	2,85	4,08	142,50	203,92
9,90	13	0,698	2,24	3,20	111,82	160,14
10,00	15	0,698	2,58	3,70	128,92	184,77
10,10	13	0,697	2,23	3,20	111,64	160,14
10,20	12	0,747	2,21	2,96	110,36	147,82
10,30	11	0,746	2,02	2,71	101,09	135,50
10,40	10	0,746	1,84	2,46	91,83	123,18
10,50	11	0,745	2,02	2,71	100,94	135,50
10,60	22	0,644	3,49	5,42	174,65	271,00
10,70	51	0,544	6,83	12,56	341,70	628,23
10,80	25	0,643	3,96	6,16	198,13	307,95
10,90	42	0,543	5,44	10,01	271,76	500,60
11,00	44	0,542	5,69	10,49	284,42	524,43
11,10	46	0,542	5,94	10,97	297,07	548,27
11,20	25	0,641	3,82	5,96	191,09	297,97
11,30	26	0,641	3,97	6,20	198,58	309,89
11,40	23	0,640	3,51	5,48	175,52	274,14

11,50	23	0,640	3,51	5,48	175,38	274,14
11,60	20	0,689	3,29	4,77	164,30	238,38
11,70	22	0,639	3,35	5,24	167,49	262,22
11,80	22	0,638	3,35	5,24	167,35	262,22
11,90	24	0,638	3,53	5,54	176,70	277,07
12,00	22	0,637	3,24	5,08	161,84	253,99
12,10	25	0,637	3,68	5,77	183,76	288,62
12,20	20	0,686	3,17	4,62	158,44	230,90
12,30	31	0,586	4,19	7,16	209,61	357,89
12,40	62	0,535	7,66	14,32	383,07	715,78
12,50	100	0,535	12,35	23,09	617,26	1154,48

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2,4	2,46	0,86	Coesivo	0	15,2	18,14	18,24	0,76	1,87	copertura detritica eluviale e colluviale
4,5	9,67	3,1	Coesivo	0	18,34	18,63	55,74	0,76	7,35	limi argillosi
12,5	22,74	5,97	Coesivo	0	20,5	22,56	156,99	0,76	17,28	formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1  
TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	1,87	0,00-2,40	Terzaghi-Peck	11,47
Strato (2) limi argillosi	7,35	2,40-4,50	Terzaghi-Peck	45,01
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	17,28	4,50-12,50	Terzaghi-Peck	114,35

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	1,87	0,00-2,40	Robertson (1983)	0,37
Strato (2) limi argillosi	7,35	2,40-4,50	Robertson (1983)	1,44
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	17,28	4,50-12,50	Robertson (1983)	3,39

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) copertura detritica	1,87	0,00-2,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2,05

eluviale e colluviale Strato (2) limi argillosi	7,35	2,40-4,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	7,53
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	17,28	4,50-12,50		

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	1,87	0,00-2,40	Apollonia	1,83
Strato (2) limi argillosi	7,35	2,40-4,50	Apollonia	7,21
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	17,28	4,50-12,50	Apollonia	16,95

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	1,87	0,00-2,40	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (2) limi argillosi	7,35	2,40-4,50	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	17,28	4,50-12,50	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	1,87	0,00-2,40	Meyerhof	15,20
Strato (2) limi argillosi	7,35	2,40-4,50	Meyerhof	18,34
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	17,28	4,50-12,50	Meyerhof	20,50

**Peso unità di volume saturo**

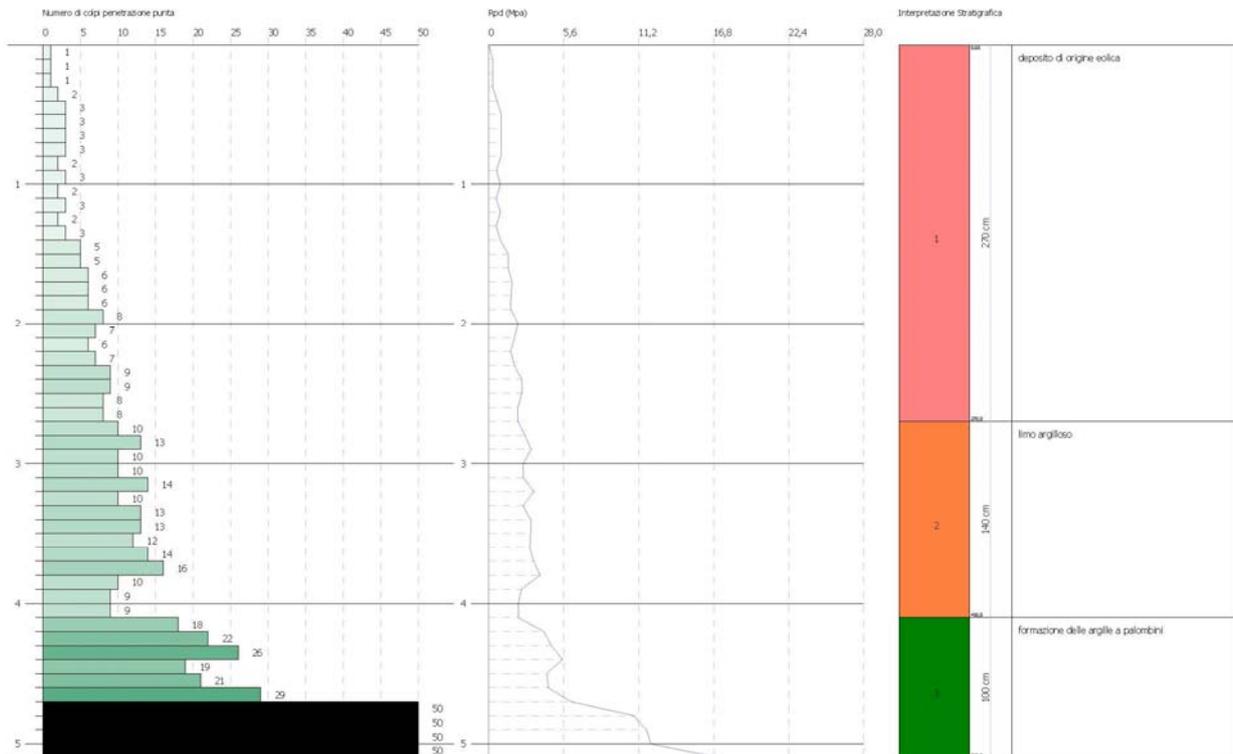
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	1,87	0,00-2,40	Meyerhof	18,14
Strato (2) limi argillosi	7,35	2,40-4,50	Meyerhof	18,63
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	17,28	4,50-12,50	Meyerhof	22,56

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI**

Consulente: Gold-ART - Energizer  
 Descrizione: PCC Anzani A/sa - A/SR  
 Località: Madonna dei Bidacchi - Pavullo nP

Data: 24/04/2018

Scala 1:50



Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

**DMP 3020 PAGANI**  
 24/04/2018  
 5,10 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0,857	0,32	0,37	15,87	18,52
0,20	1	0,855	0,32	0,37	15,83	18,52
0,30	1	0,853	0,32	0,37	15,79	18,52
0,40	2	0,851	0,63	0,74	31,52	37,05
0,50	3	0,849	0,94	1,11	47,17	55,57
0,60	3	0,847	0,94	1,11	47,07	55,57
0,70	3	0,845	0,94	1,11	46,96	55,57
0,80	3	0,843	0,94	1,11	46,86	55,57
0,90	2	0,842	0,59	0,71	29,68	35,27
1,00	3	0,840	0,89	1,06	44,43	52,90
1,10	2	0,838	0,59	0,71	29,56	35,27
1,20	3	0,836	0,88	1,06	44,24	52,90
1,30	2	0,835	0,59	0,71	29,43	35,27
1,40	3	0,833	0,88	1,06	44,06	52,90
1,50	5	0,831	1,47	1,76	73,29	88,17
1,60	5	0,830	1,46	1,76	73,14	88,17
1,70	6	0,828	1,75	2,12	87,60	105,81
1,80	6	0,826	1,75	2,12	87,43	105,81
1,90	6	0,825	1,67	2,02	83,27	100,96
2,00	8	0,823	2,22	2,69	110,82	134,62
2,10	7	0,822	1,94	2,36	96,78	117,79
2,20	6	0,820	1,66	2,02	82,80	100,96
2,30	7	0,819	1,93	2,36	96,43	117,79

2,40	9	0,817	2,48	3,03	123,75	151,45
2,50	9	0,816	2,47	3,03	123,53	151,45
2,60	8	0,814	2,19	2,69	109,61	134,62
2,70	8	0,813	2,19	2,69	109,42	134,62
2,80	10	0,811	2,73	3,37	136,54	168,27
2,90	13	0,760	3,18	4,18	158,99	209,18
3,00	10	0,809	2,60	3,22	130,12	160,91
3,10	10	0,807	2,60	3,22	129,91	160,91
3,20	14	0,756	3,41	4,51	170,31	225,28
3,30	10	0,805	2,59	3,22	129,48	160,91
3,40	13	0,753	3,15	4,18	157,60	209,18
3,50	13	0,752	3,15	4,18	157,33	209,18
3,60	12	0,801	3,09	3,86	154,64	193,09
3,70	14	0,750	3,38	4,51	168,87	225,28
3,80	16	0,748	3,85	5,15	192,69	257,46
3,90	10	0,797	2,46	3,08	122,90	154,17
4,00	9	0,796	2,21	2,77	110,45	138,75
4,10	9	0,795	2,21	2,77	110,28	138,75
4,20	18	0,744	4,13	5,55	206,37	277,50
4,30	22	0,693	4,70	6,78	234,89	339,16
4,40	26	0,691	5,54	8,02	277,15	400,83
4,50	19	0,740	4,34	5,86	216,85	292,91
4,60	21	0,689	4,46	6,47	223,14	323,75
4,70	29	0,688	6,15	8,94	307,66	447,08
4,80	60	0,587	10,86	18,50	543,07	924,99
4,90	68	0,586	11,79	20,12	589,66	1006,15
5,00	70	0,585	12,12	20,71	605,93	1035,74
5,10	100	0,584	17,28	29,59	864,11	1479,63

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2,7	4,52	1,56	Coesivo	0	16,28	18,24	21,98	0,76	3,44	deposito di origine eolica
4,1	11,64	3,73	Coesivo	0	18,93	20,79	57,21	0,76	8,85	limo argilloso
5,1	43,3	13,06	Coesivo	0	21,77	24,22	81,34	0,76	32,91	formazione delle argille a palombini

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**
**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) deposito di origine eolica	3,44	0,00-2,70	Terzaghi-Peck	21,08
Strato (2) limo argilloso	8,85	2,70-4,10	Terzaghi-Peck	58,55
Strato (3) formazione delle argille a palombini	32,91	4,10-5,10	Terzaghi-Peck	217,81

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) deposito di origine eolica	3,44	0,00-2,70	Robertson (1983)	0,67
Strato (2) limo argilloso	8,85	2,70-4,10	Robertson (1983)	1,74

Strato (3) formazione delle argille a palombini	32,91	4,10-5,10	Robertson (1983)	6,45
---	-------	-----------	------------------	------

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) deposito di origine eolica	3,44	0,00-2,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	3,62
Strato (2) limo argilloso	8,85	2,70-4,10	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	9,03
Strato (3) formazione delle argille a palombini	32,91	4,10-5,10	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	33,09

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) deposito di origine eolica	3,44	0,00-2,70	Apollonia	3,37
Strato (2) limo argilloso	8,85	2,70-4,10	Apollonia	8,68
Strato (3) formazione delle argille a palombini	32,91	4,10-5,10	Apollonia	32,27

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) deposito di origine eolica	3,44	0,00-2,70	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) limo argilloso	8,85	2,70-4,10	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) formazione delle argille a palombini	32,91	4,10-5,10	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) deposito di origine eolica	3,44	0,00-2,70	Meyerhof	16,28
Strato (2) limo argilloso	8,85	2,70-4,10	Meyerhof	18,93
Strato (3) formazione delle argille a palombini	32,91	4,10-5,10	Meyerhof	21,77

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) deposito di origine eolica	3,44	0,00-2,70	Meyerhof	18,24
Strato (2) limo argilloso	8,85	2,70-4,10	Meyerhof	20,79
Strato (3) formazione delle argille a palombini	32,91	4,10-5,10	Meyerhof	24,22

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
-------------	------	---------------------	--------------	----------------------------------

Strato (1) deposito di origine eolica	3,44	0,00-2,70	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	89,76
Strato (2) limo argilloso	8,85	2,70-4,10	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	126,33
Strato (3) formazione delle argille a palombini	32,91	4,10-5,10	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	168,09

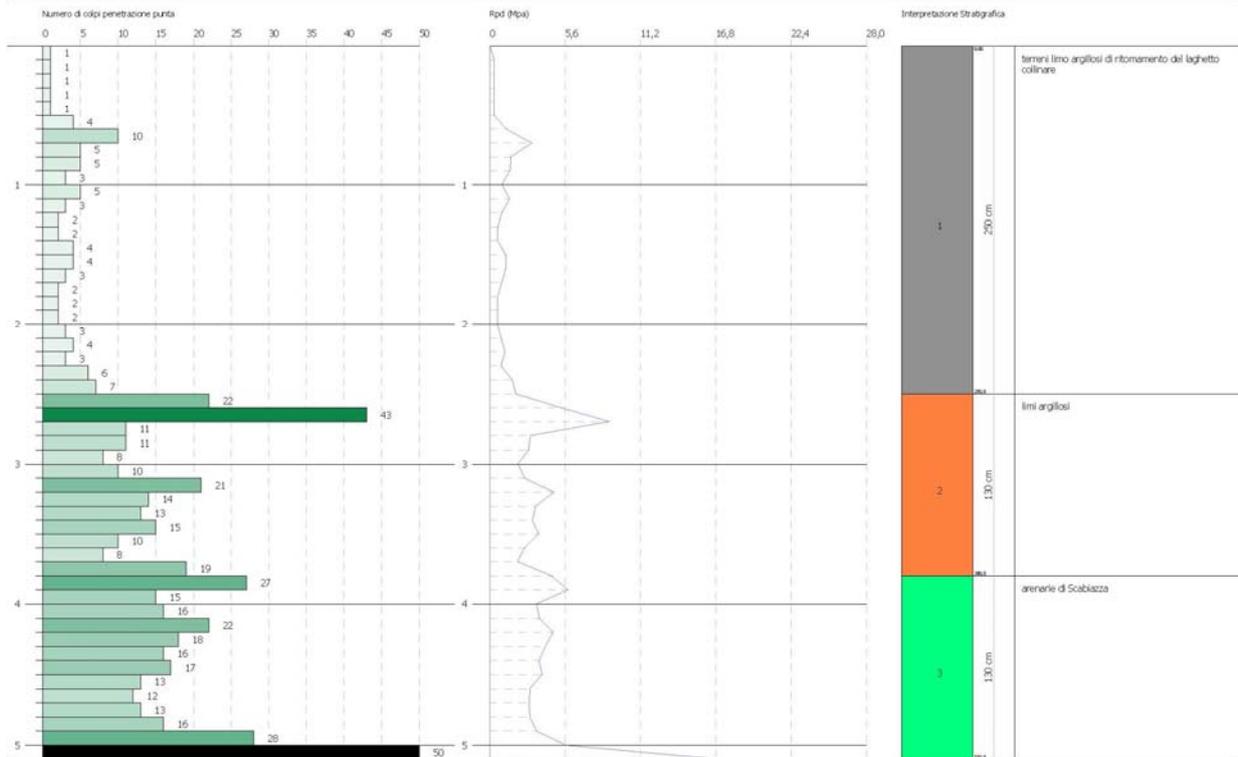
PROVA ... Nr.3

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: G&S-Art - Energie  
Descrizione: Fori Anelli K&K - 4/6  
Località: Madonna di Bidecchi - Pavullo NP

Data: 24/04/2018

Scala 1:50



Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI  
 Prova eseguita in data 24/04/2018  
 Profondità prova 5,10 mt  
 Falda non rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0,857	0,32	0,37	15,87	18,52
0,20	1	0,855	0,32	0,37	15,83	18,52
0,30	1	0,853	0,32	0,37	15,79	18,52
0,40	1	0,851	0,32	0,37	15,76	18,52
0,50	1	0,849	0,31	0,37	15,72	18,52
0,60	4	0,847	1,26	1,48	62,75	74,09
0,70	10	0,845	3,13	3,70	156,54	185,23
0,80	5	0,843	1,56	1,85	78,10	92,61
0,90	5	0,842	1,48	1,76	74,20	88,17
1,00	3	0,840	0,89	1,06	44,43	52,90
1,10	5	0,838	1,48	1,76	73,89	88,17
1,20	3	0,836	0,88	1,06	44,24	52,90
1,30	2	0,835	0,59	0,71	29,43	35,27
1,40	2	0,833	0,59	0,71	29,37	35,27
1,50	4	0,831	1,17	1,41	58,63	70,54
1,60	4	0,830	1,17	1,41	58,51	70,54
1,70	3	0,828	0,88	1,06	43,80	52,90
1,80	2	0,826	0,58	0,71	29,14	35,27
1,90	2	0,825	0,56	0,67	27,76	33,65
2,00	2	0,823	0,55	0,67	27,70	33,65
2,10	3	0,822	0,83	1,01	41,48	50,48
2,20	4	0,820	1,10	1,35	55,20	67,31

2,30	3	0,819	0,83	1,01	41,33	50,48
2,40	6	0,817	1,65	2,02	82,50	100,96
2,50	7	0,816	1,92	2,36	96,08	117,79
2,60	22	0,714	5,29	7,40	264,42	370,20
2,70	43	0,613	8,87	14,47	443,43	723,58
2,80	11	0,811	3,00	3,70	150,20	185,10
2,90	11	0,810	2,87	3,54	143,38	177,00
3,00	8	0,809	2,08	2,57	104,10	128,73
3,10	10	0,807	2,60	3,22	129,91	160,91
3,20	21	0,706	4,77	6,76	238,57	337,91
3,30	14	0,755	3,40	4,51	170,01	225,28
3,40	13	0,753	3,15	4,18	157,60	209,18
3,50	15	0,752	3,63	4,83	181,54	241,37
3,60	10	0,801	2,58	3,22	128,87	160,91
3,70	8	0,800	2,06	2,57	102,94	128,73
3,80	19	0,748	4,58	6,11	228,81	305,73
3,90	27	0,697	5,80	8,32	290,21	416,25
4,00	15	0,746	3,45	4,62	172,52	231,25
4,10	16	0,745	3,67	4,93	183,73	246,67
4,20	22	0,694	4,71	6,78	235,28	339,16
4,30	18	0,743	4,12	5,55	206,06	277,50
4,40	16	0,741	3,66	4,93	182,89	246,67
4,50	17	0,740	3,88	5,24	194,03	262,08
4,60	13	0,739	2,96	4,01	148,15	200,42
4,70	12	0,788	2,92	3,70	145,81	185,00
4,80	13	0,737	2,95	4,01	147,73	200,42
4,90	16	0,736	3,49	4,73	174,25	236,74
5,00	28	0,685	5,68	8,29	283,80	414,30
5,10	100	0,584	17,28	29,59	864,11	1479,63

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2,5	3,36	1,19	Coesivo	0	15,69	18,24	19,61	0,76	2,55	terreni limo argillosi di ritomamento del laghetto collinare
3,8	15,77	5,16	Coesivo	0	19,81	21,77	52,1	0,76	11,99	limi argillosi
5,1	24,08	7,29		0	0,0	0,0	64,98	0,76	18,3	arenarie di Scabiazza

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**
**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) terreni limo argillosi di ritomamento del laghetto collinare	2,55	0,00-2,50	Terzaghi-Peck	15,59
Strato (2) limi argillosi	11,99	2,50-3,80	Terzaghi-Peck	79,34

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreni limo argillosi di	2,55	0,00-2,50	Robertson (1983)	0,50

ritomamento del laghetto collinare Strato (2) limi argillosi	11,99	2,50-3,80	Robertson (1983)	2,35
--	-------	-----------	------------------	------

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) terreni limo argillosi di ritomamento del laghetto collinare	2,55	0.00-2,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2,73
Strato (2) limi argillosi	11,99	2,50-3,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	12,17

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) terreni limo argillosi di ritomamento del laghetto collinare	2,55	0.00-2,50	Apollonia	2,50
Strato (2) limi argillosi	11,99	2,50-3,80	Apollonia	11,76

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreni limo argillosi di ritomamento del laghetto collinare	2,55	0.00-2,50	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) limi argillosi	11,99	2,50-3,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreni limo argillosi di ritomamento del laghetto collinare	2,55	0.00-2,50	Meyerhof	15,69
Strato (2) limi argillosi	11,99	2,50-3,80	Meyerhof	19,81

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreni limo argillosi di ritomamento del laghetto collinare	2,55	0.00-2,50	Meyerhof	18,24
Strato (2) limi argillosi	11,99	2,50-3,80	Meyerhof	21,77

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreni limo argillosi di ritomamento del laghetto collinare	2,55	0.00-2,50	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	83,98

---

Strato (2) limi argillosi	11,99	2,50-3,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	131,2
------------------------------	-------	-----------	---	-------



Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI  
 Prova eseguita in data 24/04/2018  
 Profondità prova 12,70 mt  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	13	0,807	3,88	4,82	194,22	240,79
0,20	8	0,855	2,53	2,96	126,64	148,18
0,30	5	0,853	1,58	1,85	78,97	92,61
0,40	4	0,851	1,26	1,48	63,03	74,09
0,50	4	0,849	1,26	1,48	62,89	74,09
0,60	4	0,847	1,26	1,48	62,75	74,09
0,70	4	0,845	1,25	1,48	62,62	74,09
0,80	4	0,843	1,25	1,48	62,48	74,09
0,90	4	0,842	1,19	1,41	59,36	70,54
1,00	4	0,840	1,18	1,41	59,23	70,54
1,10	3	0,838	0,89	1,06	44,33	52,90
1,20	4	0,836	1,18	1,41	58,99	70,54
1,30	4	0,835	1,18	1,41	58,87	70,54
1,40	4	0,833	1,17	1,41	58,75	70,54
1,50	4	0,831	1,17	1,41	58,63	70,54
1,60	5	0,830	1,46	1,76	73,14	88,17
1,70	5	0,828	1,46	1,76	73,00	88,17
1,80	5	0,826	1,46	1,76	72,86	88,17
1,90	7	0,825	1,94	2,36	97,15	117,79
2,00	6	0,823	1,66	2,02	83,11	100,96
2,10	11	0,822	3,04	3,70	152,09	185,10
2,20	9	0,820	2,48	3,03	124,21	151,45
2,30	8	0,819	2,20	2,69	110,20	134,62
2,40	11	0,817	3,03	3,70	151,25	185,10
2,50	9	0,816	2,47	3,03	123,53	151,45
2,60	10	0,814	2,74	3,37	137,02	168,27
2,70	9	0,813	2,46	3,03	123,10	151,45
2,80	9	0,811	2,46	3,03	122,89	151,45
2,90	8	0,810	2,09	2,57	104,28	128,73
3,00	8	0,809	2,08	2,57	104,10	128,73
3,10	8	0,807	2,08	2,57	103,93	128,73
3,20	10	0,806	2,59	3,22	129,69	160,91
3,30	13	0,755	3,16	4,18	157,87	209,18
3,40	10	0,803	2,59	3,22	129,28	160,91
3,50	10	0,802	2,58	3,22	129,07	160,91
3,60	13	0,751	3,14	4,18	157,07	209,18
3,70	15	0,750	3,62	4,83	180,94	241,37
3,80	11	0,798	2,83	3,54	141,32	177,00
3,90	12	0,797	2,95	3,70	147,48	185,00
4,00	14	0,746	3,22	4,32	161,02	215,83
4,10	14	0,745	3,22	4,32	160,76	215,83
4,20	15	0,744	3,44	4,62	171,98	231,25
4,30	14	0,743	3,21	4,32	160,27	215,83
4,40	21	0,691	4,48	6,47	223,85	323,75
4,50	16	0,740	3,65	4,93	182,61	246,67
4,60	20	0,739	4,56	6,17	227,93	308,33
4,70	17	0,738	3,87	5,24	193,46	262,08
4,80	18	0,737	4,09	5,55	204,54	277,50
4,90	27	0,686	5,48	7,99	274,08	399,50
5,00	21	0,685	4,26	6,21	212,85	310,72
5,10	22	0,684	4,45	6,51	222,66	325,52

5,20	17	0,733	3,69	5,03	184,38	251,54
5,30	13	0,732	2,82	3,85	140,80	192,35
5,40	9	0,781	2,08	2,66	104,01	133,17
5,50	12	0,780	2,77	3,55	138,51	177,56
5,60	10	0,779	2,31	2,96	115,28	147,96
5,70	9	0,778	2,07	2,66	103,63	133,17
5,80	13	0,727	2,80	3,85	139,89	192,35
5,90	7	0,776	1,55	1,99	77,30	99,57
6,00	8	0,775	1,76	2,28	88,24	113,79
6,10	8	0,775	1,76	2,28	88,14	113,79
6,20	7	0,774	1,54	1,99	77,04	99,57
6,30	8	0,773	1,76	2,28	87,95	113,79
6,40	10	0,772	2,20	2,84	109,81	142,24
6,50	10	0,771	2,19	2,84	109,69	142,24
6,60	11	0,770	2,41	3,13	120,53	156,46
6,70	7	0,770	1,53	1,99	76,62	99,57
6,80	11	0,769	2,41	3,13	120,28	156,46
6,90	11	0,768	2,31	3,01	115,68	150,64
7,00	9	0,767	1,89	2,46	94,55	123,25
7,10	10	0,766	2,10	2,74	104,95	136,94
7,20	11	0,766	2,31	3,01	115,33	150,64
7,30	11	0,765	2,30	3,01	115,22	150,64
7,40	7	0,764	1,47	1,92	73,25	95,86
7,50	10	0,763	2,09	2,74	104,55	136,94
7,60	9	0,763	1,88	2,46	94,00	123,25
7,70	12	0,762	2,50	3,29	125,22	164,33
7,80	9	0,761	1,88	2,46	93,83	123,25
7,90	16	0,711	3,00	4,22	150,11	211,24
8,00	17	0,710	3,19	4,49	159,34	224,45
8,10	19	0,709	3,56	5,02	177,91	250,85
8,20	16	0,709	2,99	4,22	149,68	211,24
8,30	9	0,758	1,80	2,38	90,06	118,82
8,40	8	0,757	1,60	2,11	79,98	105,62
8,50	7	0,757	1,40	1,85	69,92	92,42
8,60	8	0,756	1,60	2,11	79,85	105,62
8,70	14	0,705	2,61	3,70	130,37	184,84
8,80	18	0,705	3,35	4,75	167,47	237,65
8,90	16	0,704	2,87	4,08	143,58	203,92
9,00	9	0,753	1,73	2,29	86,43	114,71
9,10	14	0,703	2,51	3,57	125,42	178,43
9,20	15	0,702	2,69	3,82	134,26	191,18
9,30	14	0,702	2,50	3,57	125,20	178,43
9,40	20	0,701	3,57	5,10	178,71	254,90
9,50	15	0,701	2,68	3,82	133,92	191,18
9,60	10	0,750	1,91	2,55	95,58	127,45
9,70	10	0,749	1,91	2,55	95,51	127,45
9,80	15	0,699	2,67	3,82	133,60	191,18
9,90	18	0,698	3,10	4,43	154,82	221,73
10,00	11	0,748	2,03	2,71	101,31	135,50
10,10	8	0,747	1,47	1,97	73,63	98,55
10,20	11	0,747	2,02	2,71	101,16	135,50
10,30	10	0,746	1,84	2,46	91,90	123,18
10,40	17	0,696	2,91	4,19	145,65	209,41
10,50	14	0,695	2,40	3,45	119,85	172,45
10,60	9	0,744	1,65	2,22	82,53	110,86
10,70	18	0,694	3,08	4,43	153,86	221,73
10,80	12	0,743	2,20	2,96	109,89	147,82
10,90	27	0,643	4,14	6,44	206,88	321,81
11,00	24	0,642	3,67	5,72	183,74	286,05
11,10	15	0,692	2,47	3,58	123,69	178,78
11,20	14	0,691	2,31	3,34	115,35	166,87
11,30	16	0,691	2,63	3,81	131,74	190,70
11,40	22	0,640	3,36	5,24	167,89	262,22

11,50	15	0,690	2,47	3,58	123,32	178,78
11,60	9	0,739	1,59	2,15	79,30	107,27
11,70	19	0,689	3,12	4,53	155,97	226,46
11,80	39	0,538	5,00	9,30	250,19	464,84
11,90	41	0,538	5,09	9,47	254,52	473,34
12,00	15	0,687	2,38	3,46	119,01	173,17
12,10	28	0,637	4,12	6,47	205,82	323,25
12,20	20	0,686	3,17	4,62	158,44	230,90
12,30	13	0,686	2,06	3,00	102,91	150,08
12,40	15	0,685	2,37	3,46	118,65	173,17
12,50	16	0,685	2,53	3,69	126,47	184,72
12,60	20	0,684	3,16	4,62	157,97	230,90
12,70	100	0,534	12,32	23,09	616,08	1154,48

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1,8	4,89	1,77	Coesivo	0	16,48	18,34	14,83	0,76	3,72	terreni di origine eolica
4,3	10,56	3,42	Coesivo	0	18,63	18,73	52,95	0,76	8,03	limo argilloso
7,8	12,31	3,59	Coesivo	0	19,12	20,99	109,7	0,76	9,36	Limo Argilloso
12,7	17,67	4,31	Coesivo	0	20,01	21,97	180,02	0,76	13,43	formazione delle argille varicolori di Cassio

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

##### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) terreni di origine eolica	3,72	0,00-1,80	Terzaghi-Peck	22,85
Strato (2) limo argilloso	8,03	1,80-4,30	Terzaghi-Peck	53,15
Strato (3) Limo Argilloso	9,36	4,30-7,80	Terzaghi-Peck	61,98
Strato (4) formazione delle argille varicolori di Cassio	13,43	7,80-12,70	Terzaghi-Peck	88,95

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreni di origine eolica	3,72	0,00-1,80	Robertson (1983)	0,73
Strato (2) limo argilloso	8,03	1,80-4,30	Robertson (1983)	1,57
Strato (3) Limo Argilloso	9,36	4,30-7,80	Robertson (1983)	1,84
Strato (4) formazione delle argille varicolori di Cassio	13,43	7,80-12,70	Robertson (1983)	2,63

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) terreni di origine eolica	3,72	0,00-1,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	3,90
Strato (2) limo argilloso	8,03	1,80-4,30	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8,21
Strato (3) Limo Argilloso	9,36	4,30-7,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	9,54
Strato (4) formazione delle argille varicolori di Cassio	13,43	7,80-12,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	13,61

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) terreni di origine eolica	3,72	0,00-1,80	Apollonia	3,65
Strato (2) limo argilloso	8,03	1,80-4,30	Apollonia	7,87
Strato (3) Limo Argilloso	9,36	4,30-7,80	Apollonia	9,18
Strato (4) formazione delle argille varicolori di Cassio	13,43	7,80-12,70	Apollonia	13,17

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreni di origine eolica	3,72	0,00-1,80	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) limo argilloso	8,03	1,80-4,30	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Limo Argilloso	9,36	4,30-7,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (4) formazione delle argille varicolori di Cassio	13,43	7,80-12,70	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreni di origine eolica	3,72	0,00-1,80	Meyerhof	16,48
Strato (2) limo argilloso	8,03	1,80-4,30	Meyerhof	18,63
Strato (3) Limo Argilloso	9,36	4,30-7,80	Meyerhof	19,12
Strato (4) formazione delle argille varicolori di Cassio	13,43	7,80-12,70	Meyerhof	20,01

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) terreni di origine eolica	3,72	0,00-1,80	Meyerhof	18,34
Strato (2) limo argilloso	8,03	1,80-4,30	Meyerhof	18,73
Strato (3) Limo Argilloso	9,36	4,30-7,80	Meyerhof	20,99
Strato (4) formazione delle argille	13,43	7,80-12,70	Meyerhof	21,97

varicolori di Cassio				
----------------------	--	--	--	--

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreni di origine eolica	3,72	0,00-1,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	84,14
Strato (2) limo argilloso	8,03	1,80-4,30	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	121,65
Strato (3) Limo Argilloso	9,36	4,30-7,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	142,57
Strato (4) formazione delle argille varicolori di Cassio	13,43	7,80-12,70	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	168,02

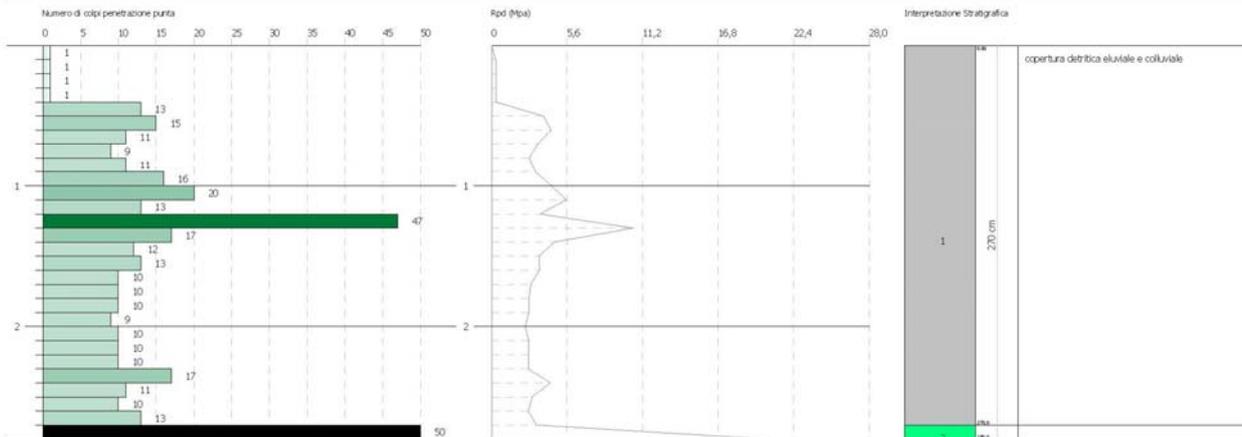
PROVA ... Nr.5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: GoldART - Energieper  
Destinazione: FOC Ansoh ASIA - 4/98  
Località: Madonna dei Bidacchi - Pavullo r/F

Data: 11/05/2018

Scala 1:50



Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI  
Prova eseguita in data 11/05/2018  
Profondità prova 2,80 mt  
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0,857	0,32	0,37	15,87	18,52
0,20	1	0,855	0,32	0,37	15,83	18,52
0,30	1	0,853	0,32	0,37	15,79	18,52
0,40	1	0,851	0,32	0,37	15,76	18,52
0,50	13	0,799	3,85	4,82	192,36	240,79
0,60	15	0,797	4,43	5,56	221,44	277,84
0,70	11	0,845	3,44	4,07	172,20	203,75
0,80	9	0,843	2,81	3,33	140,59	166,70
0,90	11	0,842	3,26	3,88	163,24	193,98
1,00	16	0,790	4,46	5,64	222,83	282,15
1,10	20	0,788	5,56	7,05	277,92	352,69
1,20	13	0,786	3,60	4,58	180,25	229,25
1,30	47	0,635	10,52	16,58	525,93	828,81
1,40	17	0,783	4,69	6,00	234,69	299,78
1,50	12	0,831	3,52	4,23	175,89	211,61
1,60	13	0,780	3,57	4,58	178,71	229,25
1,70	10	0,828	2,92	3,53	146,00	176,34
1,80	10	0,826	2,91	3,53	145,72	176,34
1,90	10	0,825	2,78	3,37	138,78	168,27
2,00	9	0,823	2,49	3,03	124,67	151,45
2,10	10	0,822	2,77	3,37	138,26	168,27
2,20	10	0,820	2,76	3,37	138,01	168,27
2,30	10	0,819	2,76	3,37	137,75	168,27
2,40	17	0,767	4,39	5,72	219,45	286,07
2,50	11	0,816	3,02	3,70	150,98	185,10
2,60	10	0,814	2,74	3,37	137,02	168,27
2,70	13	0,763	3,34	4,38	166,87	218,76
2,80	100	0,611	20,58	33,65	1028,87	1682,74

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2,7	11,89	4,17	Coesivo	0	19,02	20,89	25,68	0,76	9,04	copertura detritica eluviale e colluviale
2,8	100	33,65	Incoerente	0	24,52	21,57	52,58	0,76	76	formazione e stratificata delle Arenarie di Scabiazza

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5**
**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	9,04	0.00-2,70	Terzaghi-Peck	59,82

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	9,04	0.00-2,70	Robertson (1983)	1,77

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	9,04	0.00-2,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	9,22

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	9,04	0.00-2,70	Apollonia	8,87

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	9,04	0.00-2,70	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	9,04	0.00-2,70	Meyerhof	19,02

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1)	9,04	0.00-2,70	Meyerhof	20,89

copertura detritica eluviale e colluviale				
---	--	--	--	--

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) copertura detritica eluviale e colluviale	9,04	0,00-2,70	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	106,09

**TERRENI INCOERENTI I**
**Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	Meyerhof 1957	100

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	Bowles (1982) Sabbia Media	44,62

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	18,00

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di	76	2,70-2,80	76	Meyerhof et al.	24,52

Scabiazza

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	Terzaghi-Peck 1948-1967	21,57

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	(A.G.I.)	0,2

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	Ohsaki (Sabbie pulite)	373,59

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	Ohta & Goto (1978) Limi	175,91

Coefficiente spinta a Riposo K<sub>0</sub>=SigmaH/P<sub>0</sub>

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K <sub>0</sub>
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	Navfac 1971-1982	11,93

Q<sub>c</sub> ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Q <sub>c</sub> (Mpa)
Strato (2) formazione stratificata delle Arenarie di Scabiazza	76	2,70-2,80	76	Robertson 1983	14,91

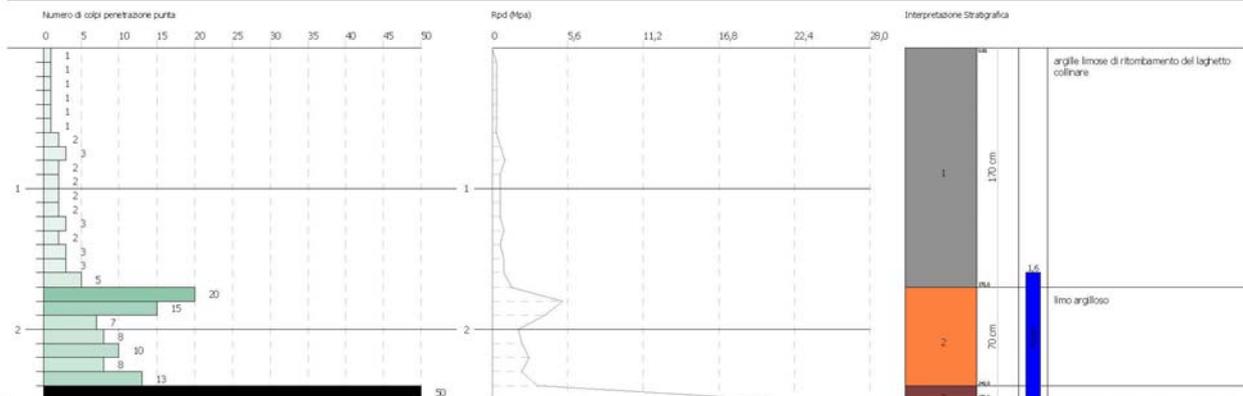
PROVA ... Nr.6

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: G&S-ATI - Energiefer  
Destinazione: FOC Ambis A9A - A9B  
Località: Madonna dei Bidaconi - Pavullo n/P

Data: 11/05/2018

Scala 1:50



Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

DMP 3020 PAGANI  
11/05/2018  
2,50 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0,857	0,32	0,37	15,87	18,52
0,20	1	0,855	0,32	0,37	15,83	18,52
0,30	1	0,853	0,32	0,37	15,79	18,52
0,40	1	0,851	0,32	0,37	15,76	18,52
0,50	1	0,849	0,31	0,37	15,72	18,52
0,60	1	0,847	0,31	0,37	15,69	18,52
0,70	2	0,845	0,63	0,74	31,31	37,05
0,80	3	0,843	0,94	1,11	46,86	55,57
0,90	2	0,842	0,59	0,71	29,68	35,27
1,00	2	0,840	0,59	0,71	29,62	35,27
1,10	2	0,838	0,59	0,71	29,56	35,27
1,20	2	0,836	0,59	0,71	29,49	35,27
1,30	3	0,835	0,88	1,06	44,15	52,90
1,40	2	0,833	0,59	0,71	29,37	35,27
1,50	3	0,831	0,88	1,06	43,97	52,90
1,60	3	0,830	0,88	1,06	43,89	52,90
1,70	5	0,828	1,46	1,76	73,00	88,17
1,80	20	0,776	5,48	7,05	273,80	352,69
1,90	15	0,775	3,91	5,05	195,55	252,41
2,00	7	0,823	1,94	2,36	96,96	117,79
2,10	8	0,822	2,21	2,69	110,61	134,62
2,20	10	0,820	2,76	3,37	138,01	168,27
2,30	8	0,819	2,20	2,69	110,20	134,62
2,40	13	0,767	3,36	4,38	167,82	218,76
2,50	100	0,616	20,72	33,65	1036,04	1682,74

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,10	1	0,32								

1,7	2,06	0,74	Coesivo	0	15,0	18,14	12,75	0,76	1,57	argille limose di ritombamento del laghetto collinare
2,4	11,57	3,94	Coesivo	0	18,93	20,79	32,13	0,76	8,79	limo argilloso
2,5	100	33,65	Incoerente	0	24,52	21,57	39,98	0,76	76	formazione e stratificata delle arenarie di Montepiano

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6**
**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) argille limose di ritombamento del laghetto collinare	1,57	0,00-1,70	Terzaghi-Peck	9,61
Strato (2) limo argilloso	8,79	1,70-2,40	Terzaghi-Peck	58,15

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) argille limose di ritombamento del laghetto collinare	1,57	0,00-1,70	Robertson (1983)	0,31
Strato (2) limo argilloso	8,79	1,70-2,40	Robertson (1983)	1,72

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) argille limose di ritombamento del laghetto collinare	1,57	0,00-1,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	1,75
Strato (2) limo argilloso	8,79	1,70-2,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8,97

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) argille limose di ritombamento del laghetto collinare	1,57	0,00-1,70	Apollonia	1,54
Strato (2) limo argilloso	8,79	1,70-2,40	Apollonia	8,62

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argille limose di ritombamento del	1,57	0,00-1,70	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA

laghetto collinare Strato (2) limo argilloso	8,79	1,70-2,40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
--	------	-----------	---------------	-------------

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) argille limose di ritombamento del laghetto collinare	1,57	0,00-1,70	Meyerhof	15,00
Strato (2) limo argilloso	8,79	1,70-2,40	Meyerhof	18,93

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) argille limose di ritombamento del laghetto collinare	1,57	0,00-1,70	Meyerhof	18,14
Strato (2) limo argilloso	8,79	1,70-2,40	Meyerhof	20,79

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) argille limose di ritombamento del laghetto collinare	1,57	0,00-1,70	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	71,68
Strato (2) limo argilloso	8,79	1,70-2,40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	114,45

**TERRENI INCOERENTI I**
**Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Meyerhof 1957	100

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Bowles (1982) Sabbia Media	44,62

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	18,00

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Meyerhof et al.	24,52

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Terzaghi-Peck 1948-1967	21,57

**Modulo di Poisson**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	(A.G.I.)	0,2

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Ohsaki (Sabbie pulite)	373,59

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di	76	2,40-2,50	76	Ohta & Goto (1978) Limi	172,03

Montepiano				
------------	--	--	--	--

**Liquefazione**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$** 

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Navfac 1971-1982	11,93

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Montepiano	76	2,40-2,50	76	Robertson 1983	14,91

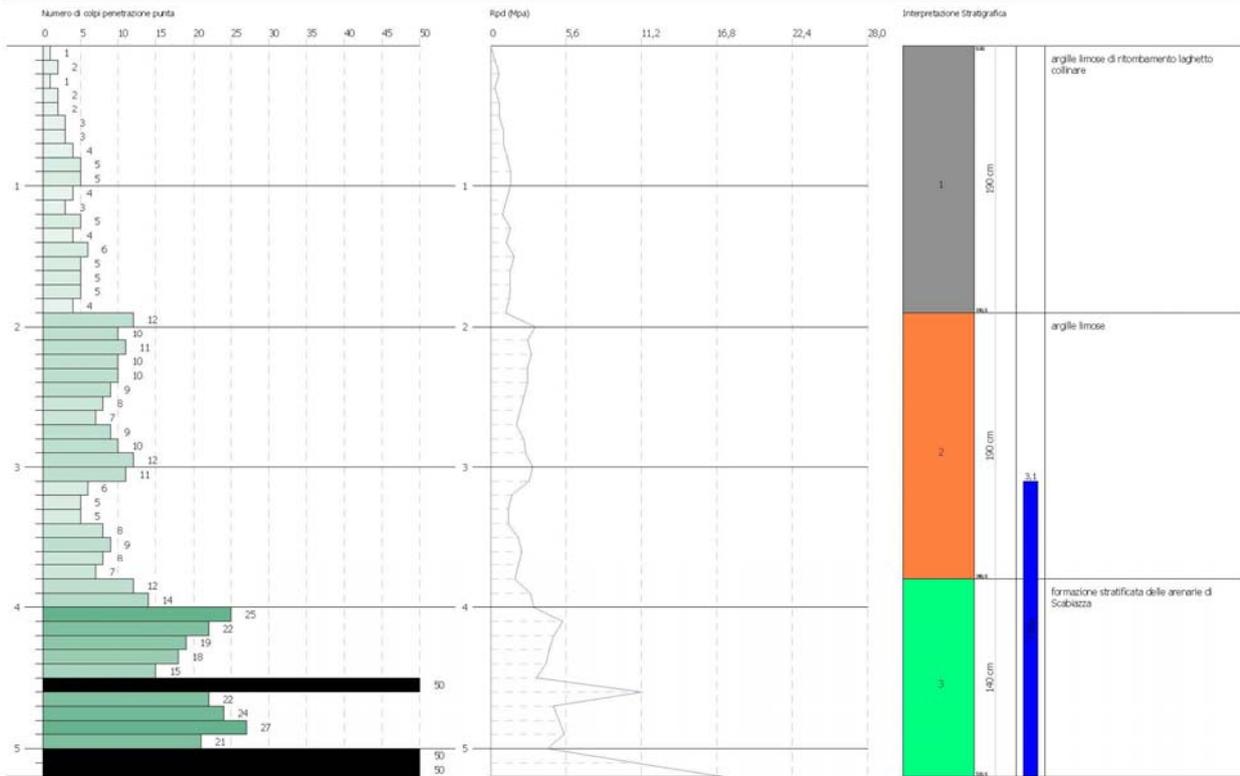
PROVA ... Nr.7

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: GoldART - Energieper  
Destinazione: FOC Area A54 - A56  
Località: Madonna dei Bidacchi - Pavullo nuff

Data: 11/05/2018

Scala 1:50



Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI  
Prova eseguita in data 11/05/2018  
Profondità prova 5,20 mt  
Falda rilevata  
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0,857	0,32	0,37	15,87	18,52
0,20	2	0,855	0,63	0,74	31,66	37,05
0,30	1	0,853	0,32	0,37	15,79	18,52
0,40	2	0,851	0,63	0,74	31,52	37,05
0,50	2	0,849	0,63	0,74	31,45	37,05
0,60	3	0,847	0,94	1,11	47,07	55,57
0,70	3	0,845	0,94	1,11	46,96	55,57
0,80	4	0,843	1,25	1,48	62,48	74,09
0,90	5	0,842	1,48	1,76	74,20	88,17
1,00	5	0,840	1,48	1,76	74,04	88,17
1,10	4	0,838	1,18	1,41	59,11	70,54
1,20	3	0,836	0,88	1,06	44,24	52,90
1,30	5	0,835	1,47	1,76	73,58	88,17
1,40	4	0,833	1,17	1,41	58,75	70,54
1,50	6	0,831	1,76	2,12	87,95	105,81
1,60	5	0,830	1,46	1,76	73,14	88,17
1,70	5	0,828	1,46	1,76	73,00	88,17
1,80	5	0,826	1,46	1,76	72,86	88,17
1,90	4	0,825	1,11	1,35	55,51	67,31
2,00	12	0,823	3,32	4,04	166,22	201,93
2,10	10	0,822	2,77	3,37	138,26	168,27

2,20	11	0,820	3,04	3,70	151,81	185,10
2,30	10	0,819	2,76	3,37	137,75	168,27
2,40	10	0,817	2,75	3,37	137,50	168,27
2,50	9	0,816	2,47	3,03	123,53	151,45
2,60	8	0,814	2,19	2,69	109,61	134,62
2,70	7	0,813	1,91	2,36	95,74	117,79
2,80	9	0,811	2,46	3,03	122,89	151,45
2,90	10	0,810	2,61	3,22	130,34	160,91
3,00	12	0,809	3,12	3,86	156,15	193,09
3,10	11	0,807	2,86	3,54	142,90	177,00
3,20	6	0,806	1,56	1,93	77,82	96,55
3,30	5	0,805	1,29	1,61	64,74	80,46
3,40	5	0,803	1,29	1,61	64,64	80,46
3,50	8	0,802	2,07	2,57	103,26	128,73
3,60	9	0,801	2,32	2,90	115,98	144,82
3,70	8	0,800	2,06	2,57	102,94	128,73
3,80	7	0,798	1,80	2,25	89,93	112,64
3,90	12	0,797	2,95	3,70	147,48	185,00
4,00	14	0,746	3,22	4,32	161,02	215,83
4,10	25	0,695	5,36	7,71	267,81	385,41
4,20	22	0,694	4,71	6,78	235,28	339,16
4,30	19	0,743	4,35	5,86	217,51	292,91
4,40	18	0,741	4,11	5,55	205,75	277,50
4,50	15	0,740	3,42	4,62	171,20	231,25
4,60	62	0,589	11,26	19,12	563,21	955,83
4,70	22	0,688	4,67	6,78	233,40	339,16
4,80	24	0,687	5,08	7,40	254,23	370,00
4,90	27	0,686	5,48	7,99	274,08	399,50
5,00	21	0,685	4,26	6,21	212,85	310,72
5,10	62	0,584	10,72	18,35	535,75	917,37
5,20	100	0,583	17,25	29,59	862,63	1479,63

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1,9	3,63	1,29	Coesivo	0	15,89	18,24	15,1	0,76	2,76	argille limose di ritombamento laghetto collinare
3,8	8,79	2,9	Coesivo	0	18,04	18,53	47,33	0,76	6,68	argille limose
5,2	31,64	9,57	Incoerente	0	19,42	19,42	64,67	0,76	24,05	formazioni stratificate delle arenarie di Scabiazza

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7**
**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) argille limose di ritombamento laghetto collinare	2,76	0,00-1,90	Terzaghi-Peck	16,87
Strato (2) argille limose	6,68	1,90-3,80	Terzaghi-Peck	40,89

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) argille limose di ritombamento laghetto collinare	2,76	0,00-1,90	Robertson (1983)	0,54
Strato (2) argille limose	6,68	1,90-3,80	Robertson (1983)	1,31

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) argille limose di ritombamento laghetto collinare	2,76	0,00-1,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2,94
Strato (2) argille limose	6,68	1,90-3,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,86

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) argille limose di ritombamento laghetto collinare	2,76	0,00-1,90	Apollonia	2,71
Strato (2) argille limose	6,68	1,90-3,80	Apollonia	6,55

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argille limose di ritombamento laghetto collinare	2,76	0,00-1,90	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) argille limose	6,68	1,90-3,80	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) argille limose di ritombamento laghetto collinare	2,76	0,00-1,90	Meyerhof	15,89
Strato (2) argille limose	6,68	1,90-3,80	Meyerhof	18,04

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) argille limose di ritombamento laghetto collinare	2,76	0,00-1,90	Meyerhof	18,24
Strato (2) argille limose	6,68	1,90-3,80	Meyerhof	18,53

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) argille limose di ritombamento laghetto collinare	2,76	0,00-1,90	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	80,74
Strato (2) argille limose	6,68	1,90-3,80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	116,3

**TERRENI INCOERENTI I**
**Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	Meyerhof 1957	79,58

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	Bowles (1982) Sabbia Media	16,93

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,63

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di	24,05	3,80-5,20	19,525	Meyerhof et al.	19,42

Scabiazza

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,42

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	Ohsaki (Sabbie pulite)	104,13

Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	Ohta & Goto (1978) Limi	152,92

Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (3) formazione stratificata delle arenarie di Scabiazza	24,05	3,80-5,20	19,525	Navfac 1971-1982	3,97

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (3) formazione stratificata delle	24,05	3,80-5,20	19,525	Robertson 1983	3,83

---

arenarie di Scabiazza					
--------------------------	--	--	--	--	--

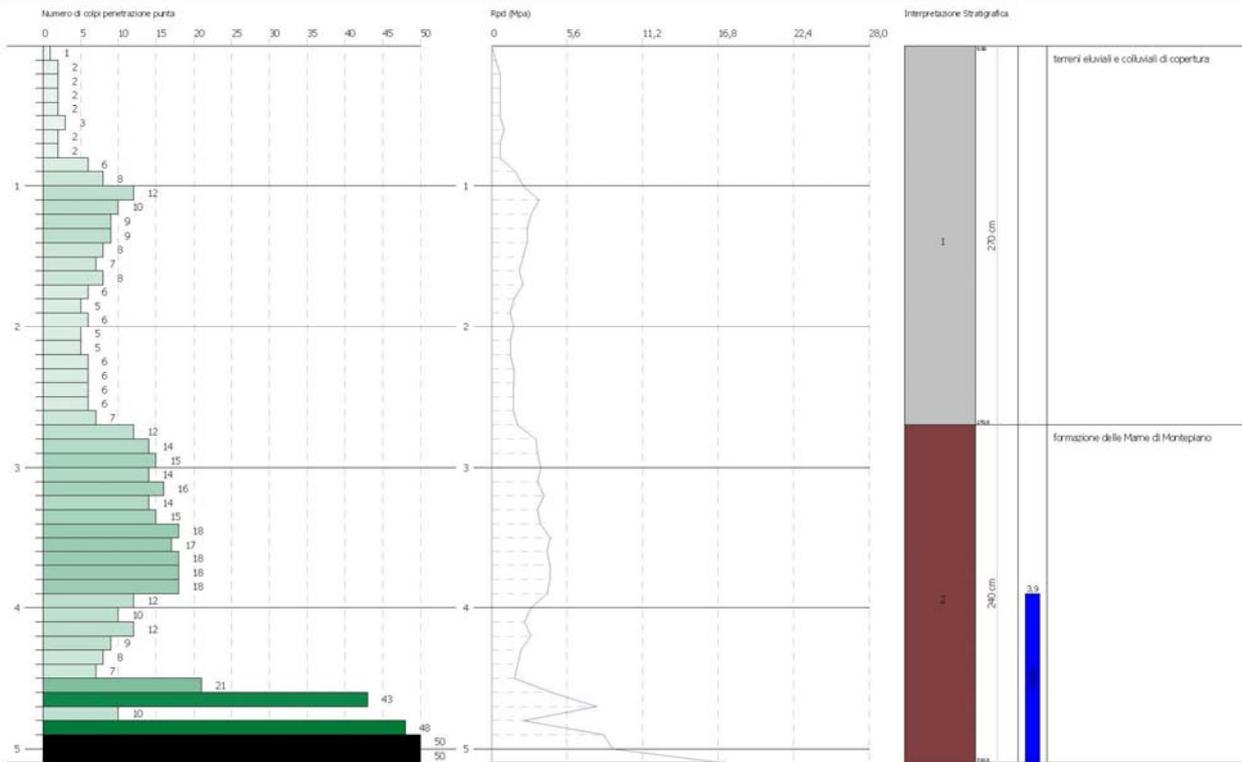
PROVA ... Nr.8

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Consulente: Galdart - Energie  
Destinazione: FOC Aniba AS4 - A98  
Località: Madonna dei Bidacchi - Pavullo r/F

Data: 11/05/2018

Scala 1:50



Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI  
 Prova eseguita in data 11/05/2018  
 Profondità prova 5,10 mt  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0,857	0,32	0,37	15,87	18,52
0,20	2	0,855	0,63	0,74	31,66	37,05
0,30	2	0,853	0,63	0,74	31,59	37,05
0,40	2	0,851	0,63	0,74	31,52	37,05
0,50	2	0,849	0,63	0,74	31,45	37,05
0,60	3	0,847	0,94	1,11	47,07	55,57
0,70	2	0,845	0,63	0,74	31,31	37,05
0,80	2	0,843	0,62	0,74	31,24	37,05
0,90	6	0,842	1,78	2,12	89,04	105,81
1,00	8	0,840	2,37	2,82	118,47	141,07
1,10	12	0,838	3,55	4,23	177,33	211,61
1,20	10	0,836	2,95	3,53	147,47	176,34
1,30	9	0,835	2,65	3,17	132,45	158,71
1,40	9	0,833	2,64	3,17	132,18	158,71
1,50	8	0,831	2,35	2,82	117,26	141,07
1,60	7	0,830	2,05	2,47	102,40	123,44
1,70	8	0,828	2,34	2,82	116,80	141,07
1,80	6	0,826	1,75	2,12	87,43	105,81
1,90	5	0,825	1,39	1,68	69,39	84,14
2,00	6	0,823	1,66	2,02	83,11	100,96

2,10	5	0,822	1,38	1,68	69,13	84,14
2,20	5	0,820	1,38	1,68	69,00	84,14
2,30	6	0,819	1,65	2,02	82,65	100,96
2,40	6	0,817	1,65	2,02	82,50	100,96
2,50	6	0,816	1,65	2,02	82,36	100,96
2,60	6	0,814	1,64	2,02	82,21	100,96
2,70	7	0,813	1,91	2,36	95,74	117,79
2,80	12	0,811	3,28	4,04	163,85	201,93
2,90	14	0,760	3,42	4,51	171,22	225,28
3,00	15	0,759	3,66	4,83	183,12	241,37
3,10	14	0,757	3,41	4,51	170,61	225,28
3,20	16	0,756	3,89	5,15	194,64	257,46
3,30	14	0,755	3,40	4,51	170,01	225,28
3,40	15	0,753	3,64	4,83	181,85	241,37
3,50	18	0,752	4,36	5,79	217,85	289,64
3,60	17	0,751	4,11	5,47	205,40	273,55
3,70	18	0,750	4,34	5,79	217,12	289,64
3,80	18	0,748	4,34	5,79	216,77	289,64
3,90	18	0,747	4,15	5,55	207,35	277,50
4,00	12	0,796	2,95	3,70	147,26	185,00
4,10	10	0,795	2,45	3,08	122,54	154,17
4,20	12	0,794	2,94	3,70	146,83	185,00
4,30	9	0,793	2,20	2,77	109,97	138,75
4,40	8	0,791	1,95	2,47	97,61	123,33
4,50	7	0,790	1,71	2,16	85,29	107,92
4,60	21	0,689	4,46	6,47	223,14	323,75
4,70	43	0,588	7,80	13,26	389,90	662,91
4,80	10	0,787	2,43	3,08	121,34	154,17
4,90	48	0,586	8,32	14,20	416,23	710,22
5,00	52	0,585	9,00	15,39	450,12	769,41
5,10	100	0,584	17,28	29,59	864,11	1479,63

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2,7	5,59	1,95	Coesivo	0	16,87	18,34	22,77	0,76	4,25	terreni eluviali e colluviali di copertura
5,1	21,71	6,690001	Incoerente	0	18,83	19,22	68,14	0,76	16,5	formazioni e delle Marne di Montepiano

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8**
**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) terreni eluviali e colluviali di copertura	4,25	0,00-2,70	Terzaghi-Peck	26,09

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreni eluviali e colluviali di copertura	4,25	0,00-2,70	Robertson (1983)	0,83

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) terreni eluviali e colluviali di copertura	4,25	0.00-2,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	4,43

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) terreni eluviali e colluviali di copertura	4,25	0.00-2,70	Apollonia	4,17

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreni eluviali e colluviali di copertura	4,25	0.00-2,70	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato (1) terreni eluviali e colluviali di copertura	4,25	0.00-2,70	Meyerhof	16,87

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) terreni eluviali e colluviali di copertura	4,25	0.00-2,70	Meyerhof	18,34

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreni eluviali e colluviali di copertura	4,25	0.00-2,70	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	93,11

**TERRENI INCOERENTI I**
**Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Meyerhof 1957	72,23

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	N1,60=0	Wolff (1989) N160	27,1

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato (2)	16,5	2,70-5,10	16,5	Bowles (1982)	15,45

formazione delle Marne di Montepiano				Sabbia Media	
--	--	--	--	--------------	--

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,02

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Meyerhof et al.	18,83

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Terzaghi-Peck 1948- 1967	19,22

**Modulo di Poisson**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	(A.G.I.)	0,32

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Ohsaki (Sabbie pulite)	88,89

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Ohta & Goto (1978) Limi	144,48

**Liquefazione**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$** 

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Navfac 1971-1982	3,41

 **$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
Strato (2) formazione delle Marne di Montepiano	16,5	2,70-5,10	16,5	Robertson 1983	3,24

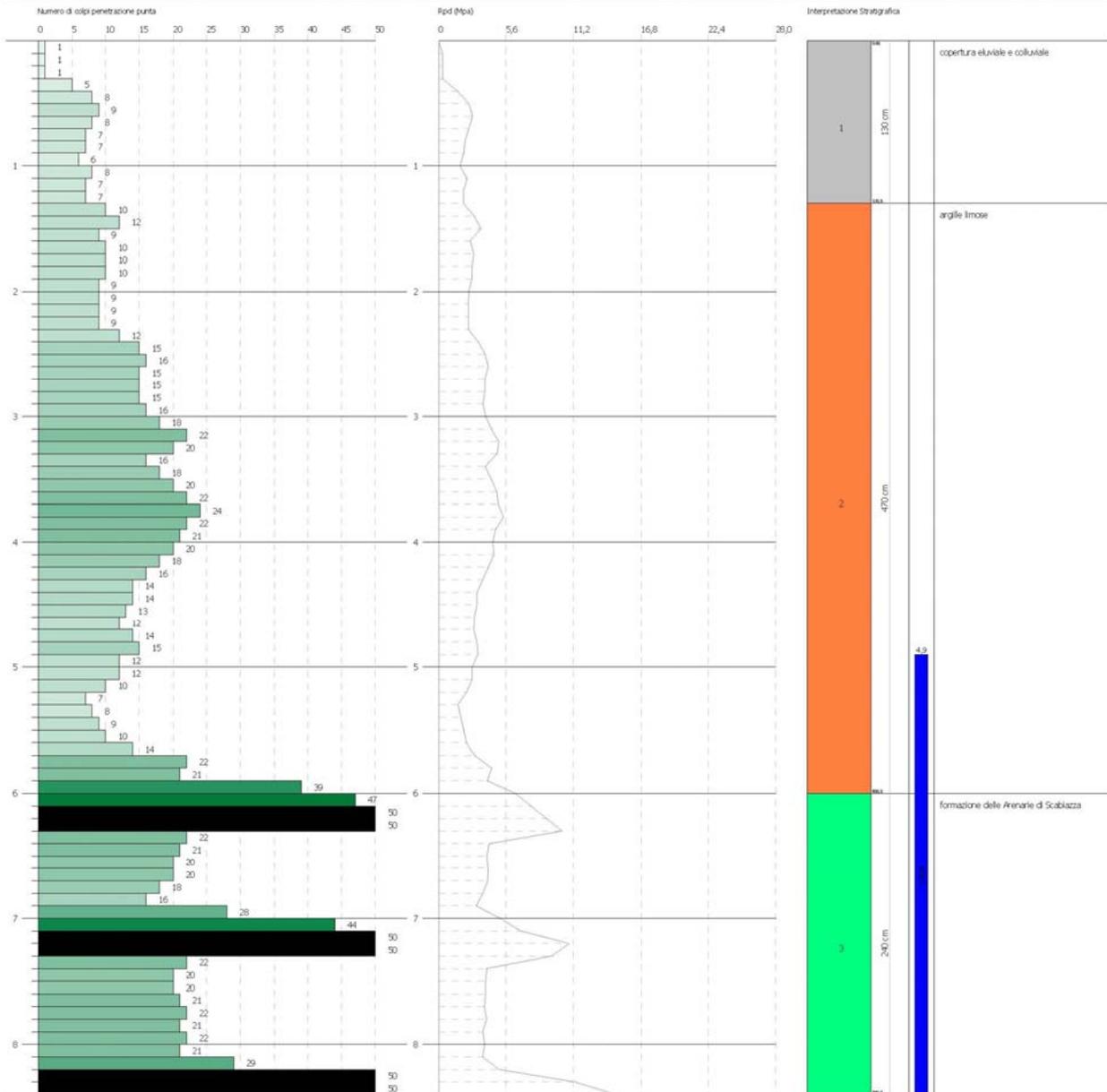
PROVA ... Nr.9

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.9  
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Contrattante: G&S Art - Energiserv  
Descrizione: POC Ambit. ASA - ASB  
Località: Madonna dei Baldacci - Pavullo n°F

Data: 11/05/2018

Scala 1:50



Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI  
 Prova eseguita in data 11/05/2018  
 Profondità prova 8,40 mt  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0,857	0,32	0,37	15,87	18,52
0,20	1	0,855	0,32	0,37	15,83	18,52
0,30	1	0,853	0,32	0,37	15,79	18,52
0,40	5	0,851	1,58	1,85	78,79	92,61
0,50	8	0,849	2,52	2,96	125,79	148,18
0,60	9	0,847	2,82	3,33	141,20	166,70

0,70	8	0,845	2,50	2,96	125,24	148,18
0,80	7	0,843	2,19	2,59	109,34	129,66
0,90	7	0,842	2,08	2,47	103,88	123,44
1,00	6	0,840	1,78	2,12	88,85	105,81
1,10	8	0,838	2,36	2,82	118,22	141,07
1,20	7	0,836	2,06	2,47	103,23	123,44
1,30	7	0,835	2,06	2,47	103,02	123,44
1,40	10	0,833	2,94	3,53	146,87	176,34
1,50	12	0,831	3,52	4,23	175,89	211,61
1,60	9	0,830	2,63	3,17	131,66	158,71
1,70	10	0,828	2,92	3,53	146,00	176,34
1,80	10	0,826	2,91	3,53	145,72	176,34
1,90	10	0,825	2,78	3,37	138,78	168,27
2,00	9	0,823	2,49	3,03	124,67	151,45
2,10	9	0,822	2,49	3,03	124,44	151,45
2,20	9	0,820	2,48	3,03	124,21	151,45
2,30	9	0,819	2,48	3,03	123,98	151,45
2,40	12	0,817	3,30	4,04	165,01	201,93
2,50	15	0,766	3,87	5,05	193,27	252,41
2,60	16	0,764	4,12	5,38	205,76	269,24
2,70	15	0,763	3,85	5,05	192,55	252,41
2,80	15	0,761	3,84	5,05	192,19	252,41
2,90	15	0,760	3,67	4,83	183,45	241,37
3,00	16	0,759	3,91	5,15	195,33	257,46
3,10	18	0,757	4,39	5,79	219,35	289,64
3,20	22	0,706	5,00	7,08	249,93	354,00
3,30	20	0,755	4,86	6,44	242,88	321,82
3,40	16	0,753	3,88	5,15	193,97	257,46
3,50	18	0,752	4,36	5,79	217,85	289,64
3,60	20	0,751	4,83	6,44	241,65	321,82
3,70	22	0,700	4,95	7,08	247,67	354,00
3,80	24	0,698	5,39	7,72	269,72	386,19
3,90	22	0,697	4,73	6,78	236,47	339,16
4,00	21	0,696	4,51	6,47	225,34	323,75
4,10	20	0,745	4,59	6,17	229,66	308,33
4,20	18	0,744	4,13	5,55	206,37	277,50
4,30	16	0,743	3,66	4,93	183,16	246,67
4,40	14	0,741	3,20	4,32	160,03	215,83
4,50	14	0,740	3,20	4,32	159,79	215,83
4,60	13	0,739	2,96	4,01	148,15	200,42
4,70	12	0,788	2,92	3,70	145,81	185,00
4,80	14	0,737	3,18	4,32	159,09	215,83
4,90	15	0,736	3,27	4,44	163,36	221,94
5,00	12	0,785	2,79	3,55	139,39	177,56
5,10	12	0,784	2,78	3,55	139,20	177,56
5,20	10	0,783	2,32	2,96	115,86	147,96
5,30	7	0,782	1,62	2,07	81,00	103,57
5,40	8	0,781	1,85	2,37	92,45	118,37
5,50	9	0,780	2,08	2,66	103,88	133,17
5,60	10	0,779	2,31	2,96	115,28	147,96
5,70	14	0,728	3,02	4,14	150,85	207,15
5,80	22	0,677	4,41	6,51	220,47	325,52
5,90	21	0,676	4,04	5,97	202,03	298,70
6,00	39	0,575	6,38	11,09	319,24	554,74
6,10	47	0,575	7,68	13,37	384,13	668,53
6,20	55	0,574	8,98	15,65	448,83	782,32
6,30	63	0,573	10,27	17,92	513,35	896,11
6,40	22	0,672	4,21	6,26	210,29	312,93
6,50	21	0,671	4,01	5,97	200,48	298,70
6,60	20	0,720	4,10	5,69	204,93	284,48
6,70	20	0,720	4,09	5,69	204,70	284,48
6,80	18	0,719	3,68	5,12	184,02	256,03
6,90	16	0,718	3,15	4,38	157,31	219,11

7,00	28	0,667	5,12	7,67	255,82	383,44
7,10	44	0,566	6,83	12,05	341,29	602,55
7,20	70	0,566	10,84	19,17	542,23	958,60
7,30	61	0,565	9,44	16,71	471,89	835,35
7,40	22	0,664	4,00	6,03	200,09	301,27
7,50	20	0,713	3,91	5,48	195,40	273,89
7,60	20	0,713	3,90	5,48	195,20	273,89
7,70	21	0,662	3,81	5,75	190,38	287,58
7,80	22	0,661	3,98	6,03	199,23	301,27
7,90	21	0,661	3,66	5,55	183,15	277,26
8,00	22	0,660	3,83	5,81	191,68	290,46
8,10	21	0,659	3,66	5,55	182,78	277,26
8,20	29	0,659	5,04	7,66	252,15	382,88
8,30	77	0,558	11,34	20,33	567,17	1016,61
8,40	100	0,557	14,71	26,41	735,72	1320,27

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1,3	5,77	2,09	Coesivo	0	16,87	18,34	10,97	0,76	4,39	copertura eluviale e colluviale
6	14,98	4,73	Coesivo	0	19,61	21,57	68,01	0,76	11,38	argille limose
8,4	35,83	9,82	Incoerente	0	19,71	19,52	117,12	0,76	27,23	formazioni e delle Arenarie di Scabiazza

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.9**
**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) copertura eluviale e colluviale	4,39	0,00-1,30	Terzaghi-Peck	26,87
Strato (2) argille limose	11,38	1,30-6,00	Terzaghi-Peck	75,32

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) copertura eluviale e colluviale	4,39	0,00-1,30	Robertson (1983)	0,86
Strato (2) argille limose	11,38	1,30-6,00	Robertson (1983)	2,23

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) copertura eluviale e colluviale	4,39	0,00-1,30	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	4,57
Strato (2) argille limose	11,38	1,30-6,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	11,56

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1)	4,39	0,00-1,30	Apollonia	4,31

copertura eluviale e colluviale Strato (2) argille limose	11,38	1,30-6,00	Apollonia	11,16
---	-------	-----------	-----------	-------

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) copertura eluviale e colluviale	4,39	0,00-1,30	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) argille limose	11,38	1,30-6,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) copertura eluviale e colluviale	4,39	0,00-1,30	Meyerhof	16,87
Strato (2) argille limose	11,38	1,30-6,00	Meyerhof	19,61

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato (1) copertura eluviale e colluviale	4,39	0,00-1,30	Meyerhof	18,34
Strato (2) argille limose	11,38	1,30-6,00	Meyerhof	21,57

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) copertura eluviale e colluviale	4,39	0,00-1,30	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	81,31
Strato (2) argille limose	11,38	1,30-6,00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	133,77

**TERRENI INCOERENTI I**
**Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Meyerhof 1957	70,11

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	N1,60=0	Wolff (1989)N160	27,1

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
-------------	------	------------------	------------	--------------	-----------------------

Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Bowles (1982) Sabbia Media	17,71
--	-------	-----------	--------	-------------------------------	-------

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	6,95

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Meyerhof et al.	19,71

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m³)
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Terzaghi-Peck 1948- 1967	19,52

**Modulo di Poisson**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	(A.G.I.)	0,31

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Ohsaki (Sabbie pulite)	112,09

**Velocità onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Ohta & Goto (1978) Limi	169,72

**Liquefazione**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_H / P_0$** 

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	$K_0$
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Navfac 1971-1982	4,24

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (3) formazione delle Arenarie di Scabiazza	27,23	6,00-8,40	21,115	Robertson 1983	4,14

## ALLEGATO 2

INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE E  
VALUTAZIONE DEL VALORE DI  $V_{S30}$  -  
METODO MASW

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. L'indagine si basa sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche secondo il principio di Fermat e della Legge di Snell per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza  $\theta_i$  mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione  $\theta_r$ . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_r = v_1 \sin \theta_i$$

Dove  $v_1$  e  $v_2$  sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per  $v_1 > v_2$  si ha che  $\theta_i > \theta_r$  e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per  $v_1 < v_2$  si ha che  $\theta_i < \theta_r$  ed esiste un angolo limite di incidenza per cui  $\theta_r = 90^\circ$  ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo  $T$  dato dalla relazione

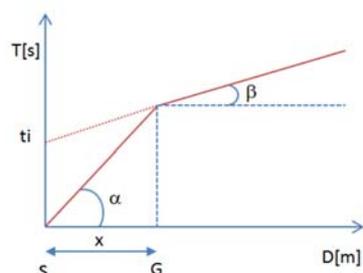
$$T = x_i / V_1$$

dove  $x_i$  è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità  $V_1$  del primo mezzo come

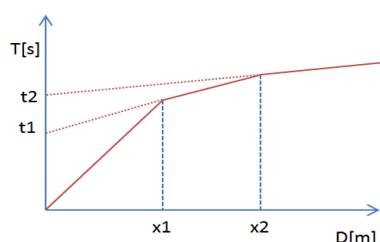
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo  $t_i$  che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

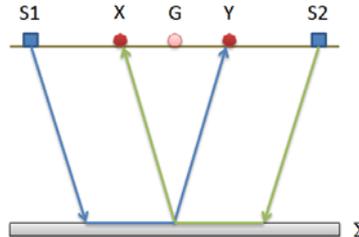
Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.



Dall'analisi dei tempi  $t_i$  è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left( t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

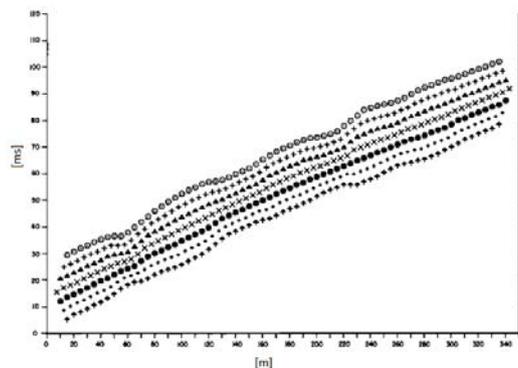
In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) studiato da Palmer nel 1980. Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



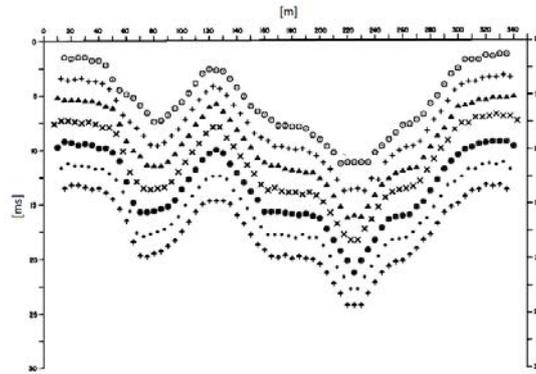
dove  $T_{S_1Y}$  e  $T_{S_2X}$  sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre  $T_{S_1S_2}$  è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento.  $T_v$  è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione  $T_v$  viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della funzione tempo-profondità è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left( T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove  $V_n$  è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h.

## INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE – “A”

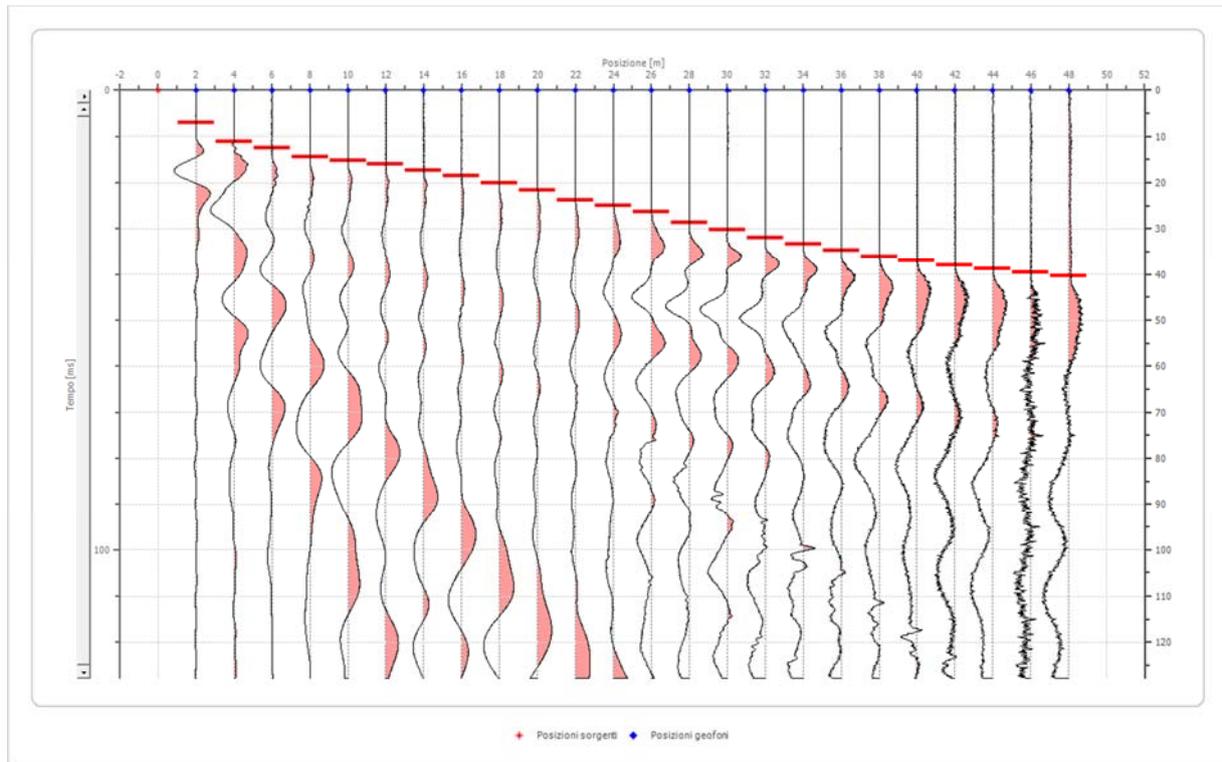
### Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	2.0	755.3
2	4.0	755.3
3	6.0	755.3
4	8.0	755.3
5	10.0	755.3
6	12.0	755.3
7	14.0	755.3
8	16.0	755.3
9	18.0	755.3
10	20.0	755.3
11	22.0	755.3
12	24.0	755.3
13	26.0	755.3
14	28.0	755.4
15	30.0	755.4
16	32.0	755.4
17	34.0	755.4
18	36.0	755.4
19	38.0	755.4
20	40.0	755.4
21	42.0	755.4
22	44.0	755.4
23	46.0	755.4
24	48.0	755.4

Battuta 1

Posizione sorgente X  
Posizione sorgente Z

0 [m]  
755 [m]

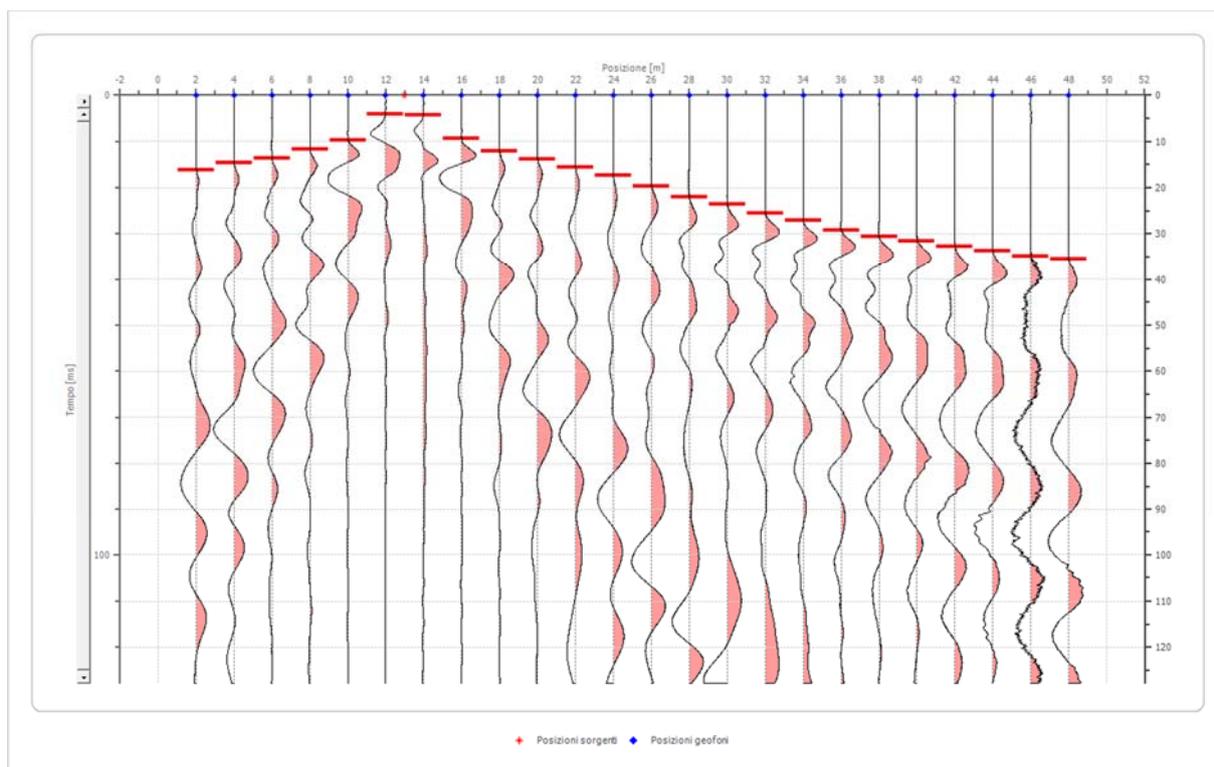


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	7.0776
4.0	11.1111
6.0	12.5571
8.0	14.3836
10.0	15.2207
12.0	15.9817
14.0	17.3516
16.0	18.4932
18.0	20.0913
20.0	21.6134
22.0	23.7443
24.0	24.9619
26.0	26.3318
28.0	28.6910
30.0	30.2892
32.0	31.9635
34.0	33.3333
36.0	34.7032
38.0	35.9970
40.0	36.9863
42.0	37.8995
44.0	38.8128
46.0	39.5738
48.0	40.2588

Battuta 2

Posizione sorgente X  
Posizione sorgente Z

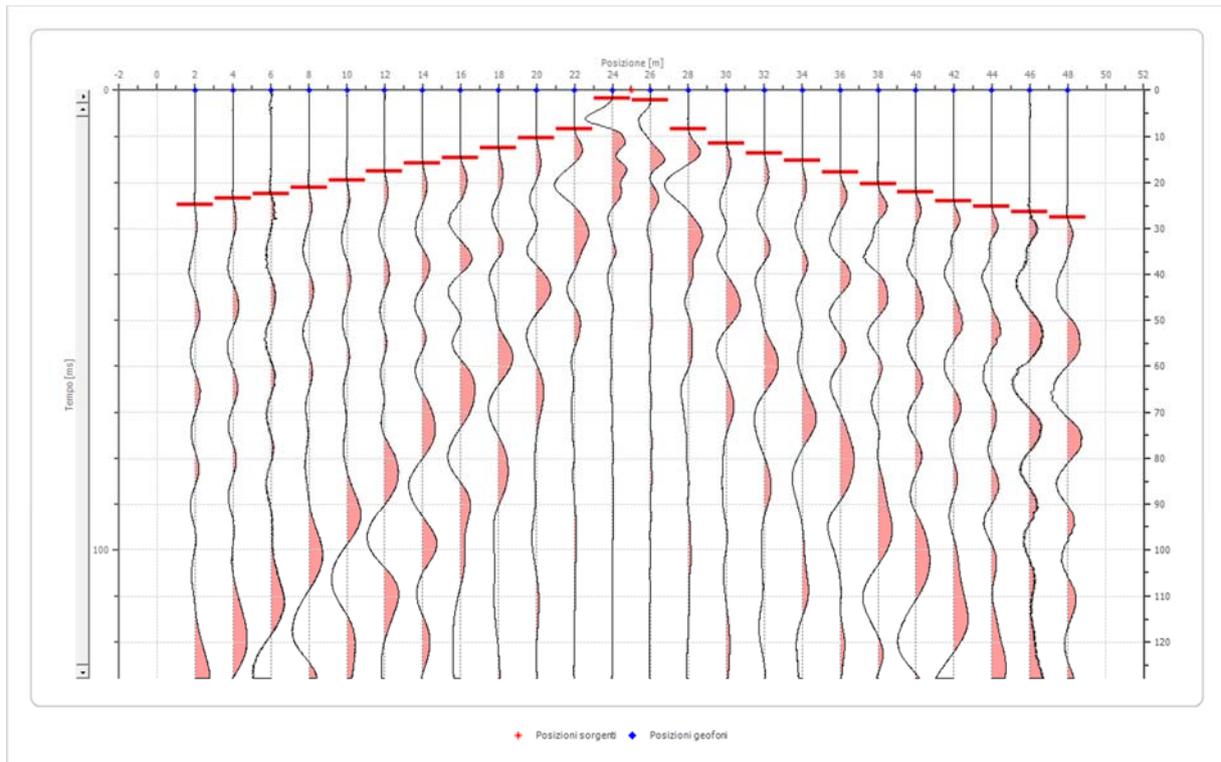
13 [m]  
755 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	16.2100
4.0	14.6880
6.0	13.6986
8.0	11.7199
10.0	9.6651
12.0	4.1857
14.0	4.3379
16.0	9.3607
18.0	12.0244
20.0	13.9269
22.0	15.6012
24.0	17.4277
26.0	19.6347
28.0	21.9939
30.0	23.5921
32.0	25.4947
34.0	27.1690
36.0	29.2998
38.0	30.5936
40.0	31.5068
42.0	32.6484
44.0	33.6377
46.0	34.7793
48.0	35.4642

Battuta 3

Posizione sorgente X 25 [m]  
 Posizione sorgente Z 755 [m]

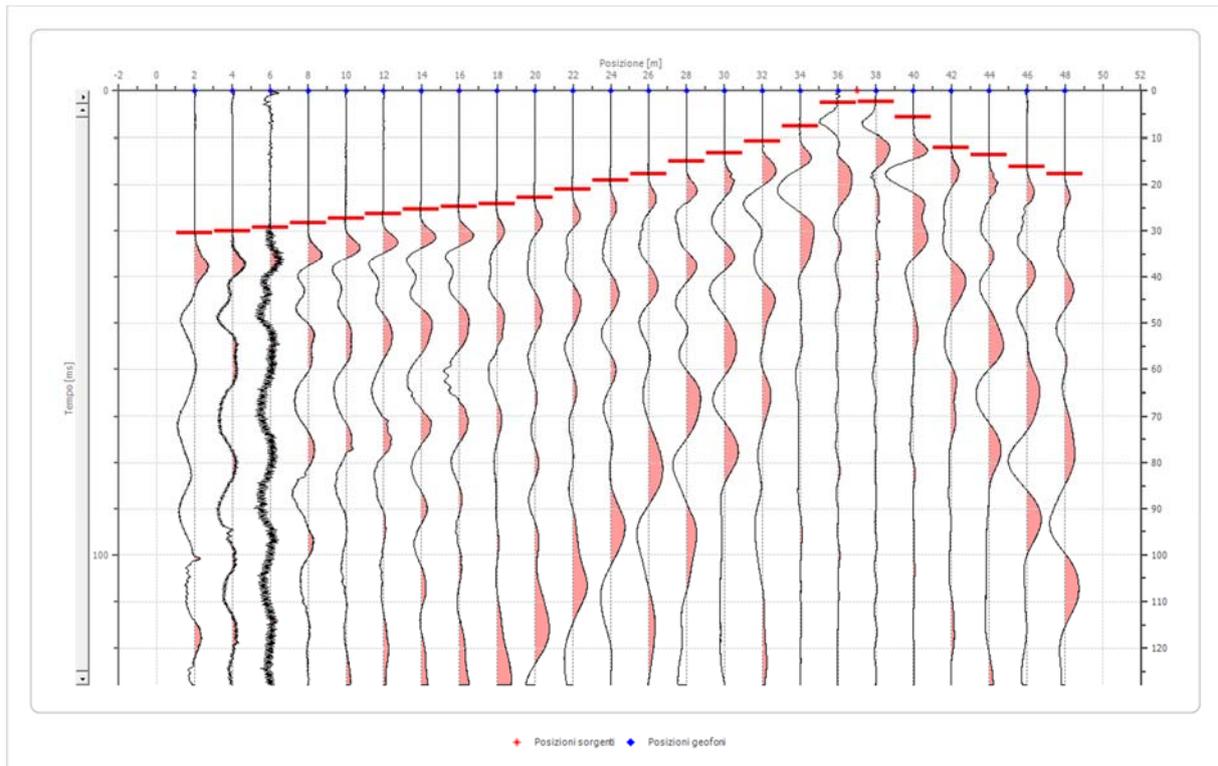


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	24.7336
4.0	23.4399
6.0	22.3744
8.0	21.0807
10.0	19.4825
12.0	17.5799
14.0	15.8295
16.0	14.6119
18.0	12.4810
20.0	10.3501
22.0	8.2953
24.0	1.7504
26.0	2.0548
28.0	8.3714
30.0	11.4916
32.0	13.6225
34.0	15.2207
36.0	17.7321
38.0	20.3196
40.0	21.9939
42.0	24.0487
44.0	25.1903
46.0	26.3318
48.0	27.5495

Battuta 4

Posizione sorgente X  
Posizione sorgente Z

37 [m]  
755 [m]

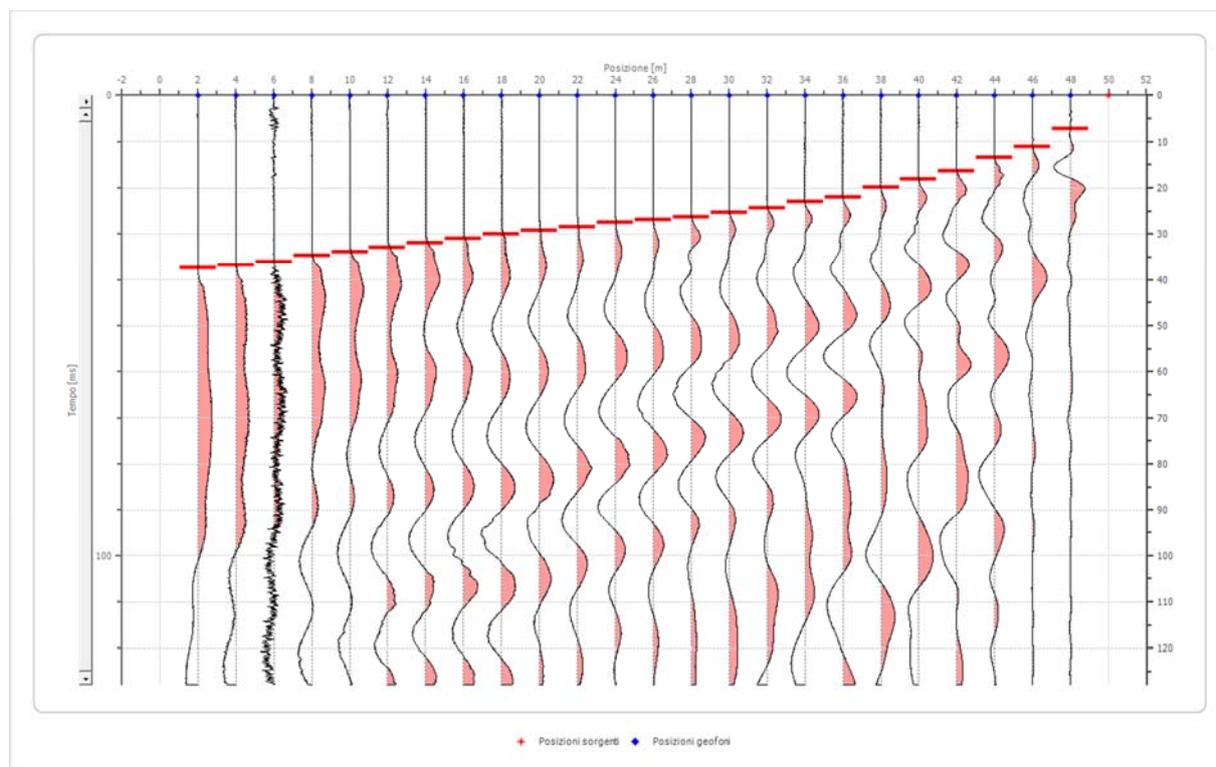


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	30.4414
4.0	29.9087
6.0	29.2237
8.0	28.1583
10.0	27.3212
12.0	26.2557
14.0	25.4186
16.0	24.6575
18.0	24.1248
20.0	22.8311
22.0	21.0046
24.0	19.1781
26.0	17.6560
28.0	14.9163
30.0	13.2420
32.0	10.8067
34.0	7.6865
36.0	2.5114
38.0	2.2831
40.0	5.6317
42.0	12.0244
44.0	13.6225
46.0	16.2100
48.0	17.6560

Battuta 5

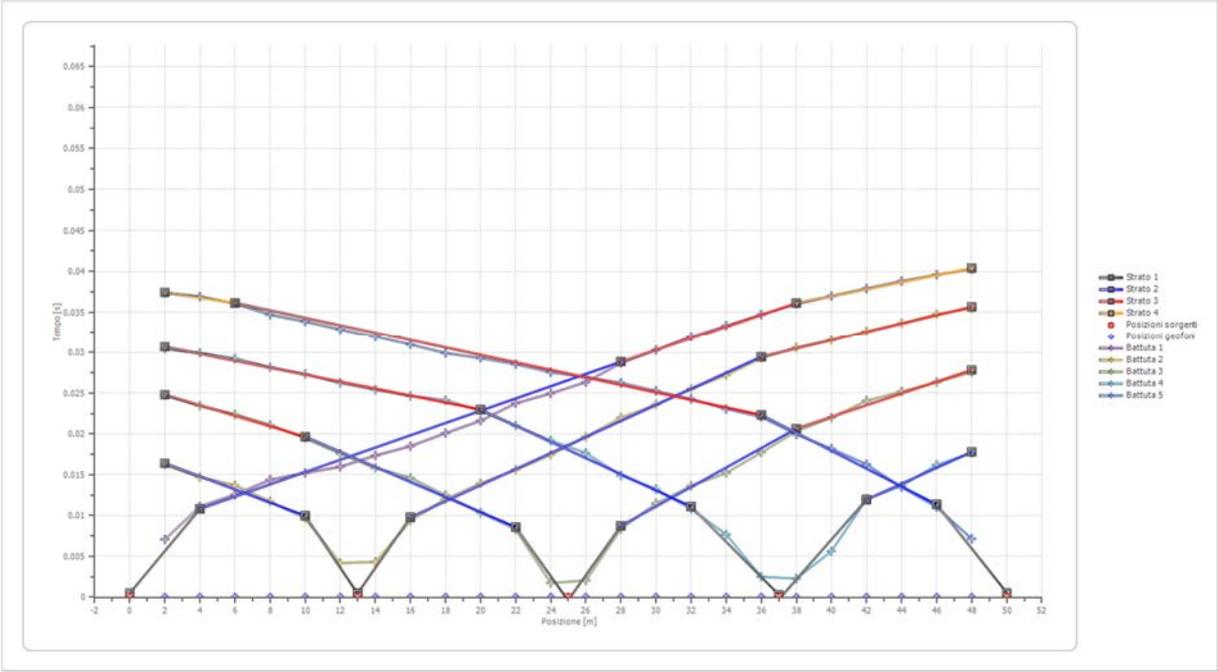
Posizione sorgente X  
Posizione sorgente Z

50 [m]  
755 [m]

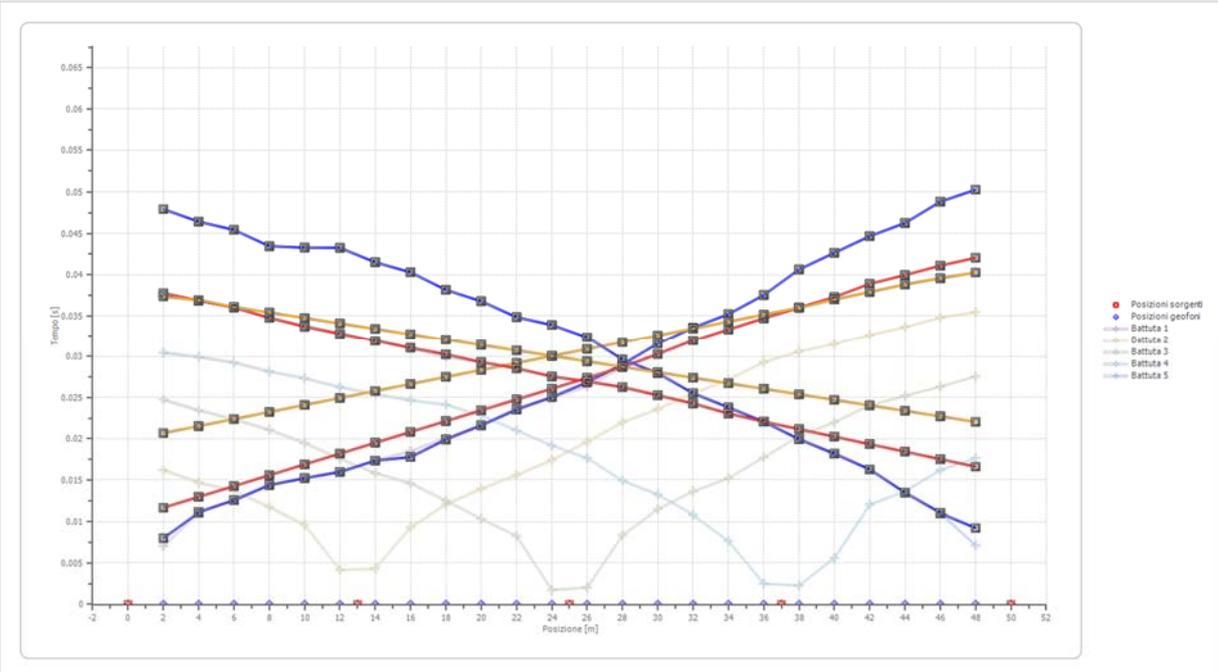


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	37.3668
4.0	36.9102
6.0	36.0731
8.0	34.7032
10.0	33.8661
12.0	32.8767
14.0	31.9635
16.0	30.9741
18.0	29.9087
20.0	29.2998
22.0	28.5388
24.0	27.5495
26.0	26.9406
28.0	26.2557
30.0	25.2664
32.0	24.2770
34.0	23.0594
36.0	22.0700
38.0	19.9391
40.0	18.1887
42.0	16.2861
44.0	13.4703
46.0	11.0350
48.0	7.1537

Dromocrone



Dromocrone traslate



*Interpretazione col metodo G,.R.M.*

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3	Strato n. 4
G= 2.0 [m]	0.9	3.5	14.8	--
G= 4.0 [m]	1.2	2.9	14.5	--
G= 6.0 [m]	1.3	2.9	14.0	--
G= 8.0 [m]	1.3	3.1	14.2	--
G= 10.0 [m]	1.4	2.9	14.0	--
G= 12.0 [m]	1.5	2.8	13.7	--
G= 14.0 [m]	1.5	3.3	13.8	--
G= 16.0 [m]	1.3	4.1	14.0	--
G= 18.0 [m]	1.3	4.5	13.9	--
G= 20.0 [m]	1.4	4.5	13.7	--
G= 22.0 [m]	1.4	5.0	13.6	--
G= 24.0 [m]	1.5	4.9	13.4	--
G= 26.0 [m]	1.5	5.3	13.0	--
G= 28.0 [m]	1.4	6.0	13.0	--
G= 30.0 [m]	1.6	6.0	12.5	--
G= 32.0 [m]	1.5	6.7	12.4	--
G= 34.0 [m]	1.5	6.9	12.6	--
G= 36.0 [m]	1.6	6.8	12.3	--
G= 38.0 [m]	1.8	6.6	11.9	--
G= 40.0 [m]	1.9	6.7	12.0	--
G= 42.0 [m]	1.9	7.2	11.8	--
G= 44.0 [m]	1.6	8.0	12.4	--
G= 46.0 [m]	1.7	8.1	12.3	--
G= 48.0 [m]	1.6	8.3	12.4	--
Velocità [m/sec]	369.7	1137.4	1769.8	2621.2

**Altri parametri geotecnici**

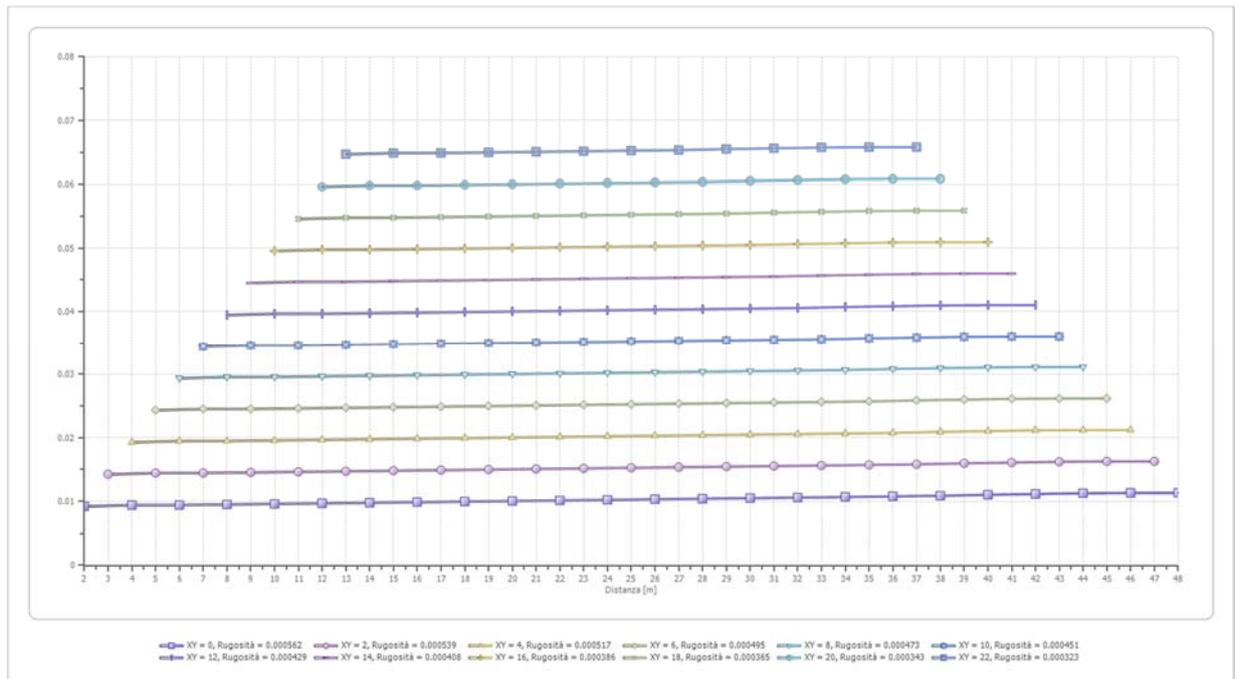
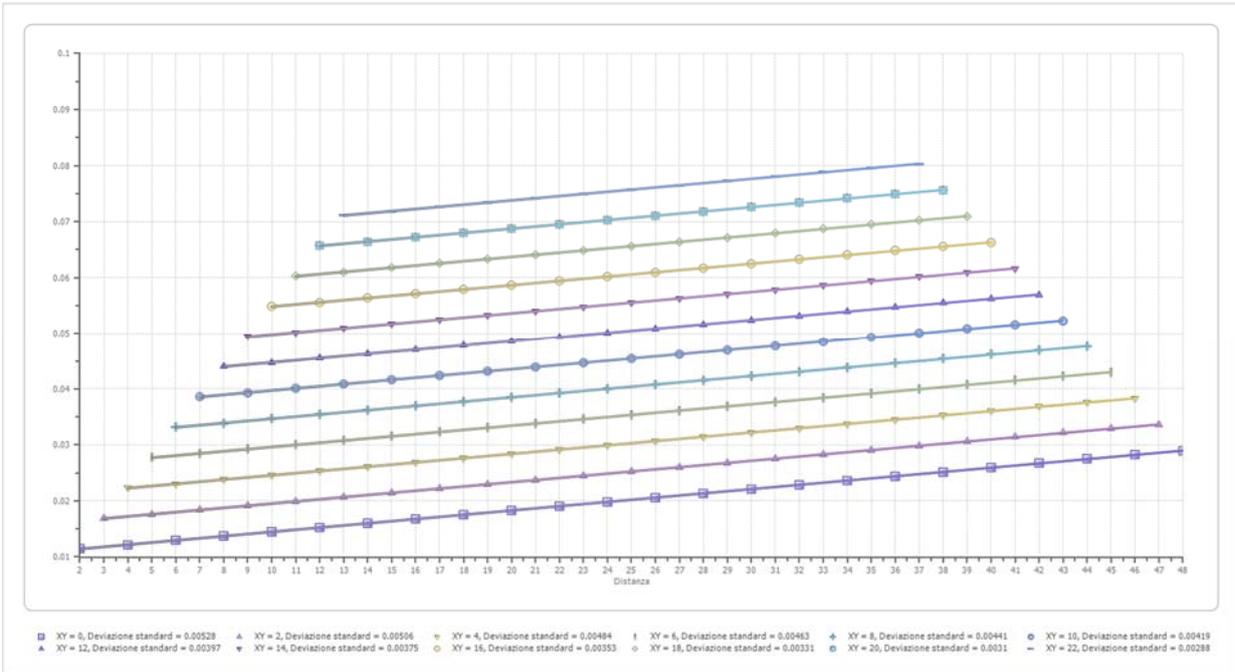
	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3	Strato n. 4
Coefficiente Poisson	0.35	0.35	0.35	0.35
Densità [kg/m³]	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00
Vp [m/s]	369.73	1137.43	1769.75	2621.23
Vs [m/s]	177.61	546.40	850.16	1259.20
G0 [MPa]	56.78	537.40	1301.00	2854.05
Ed [Mpa]	246.06	2328.73	5637.66	12367.54
M0 [MPa]	189.28	1791.33	4336.66	9513.49
Ey [Mpa]	153.32	1450.98	3512.69	7705.93

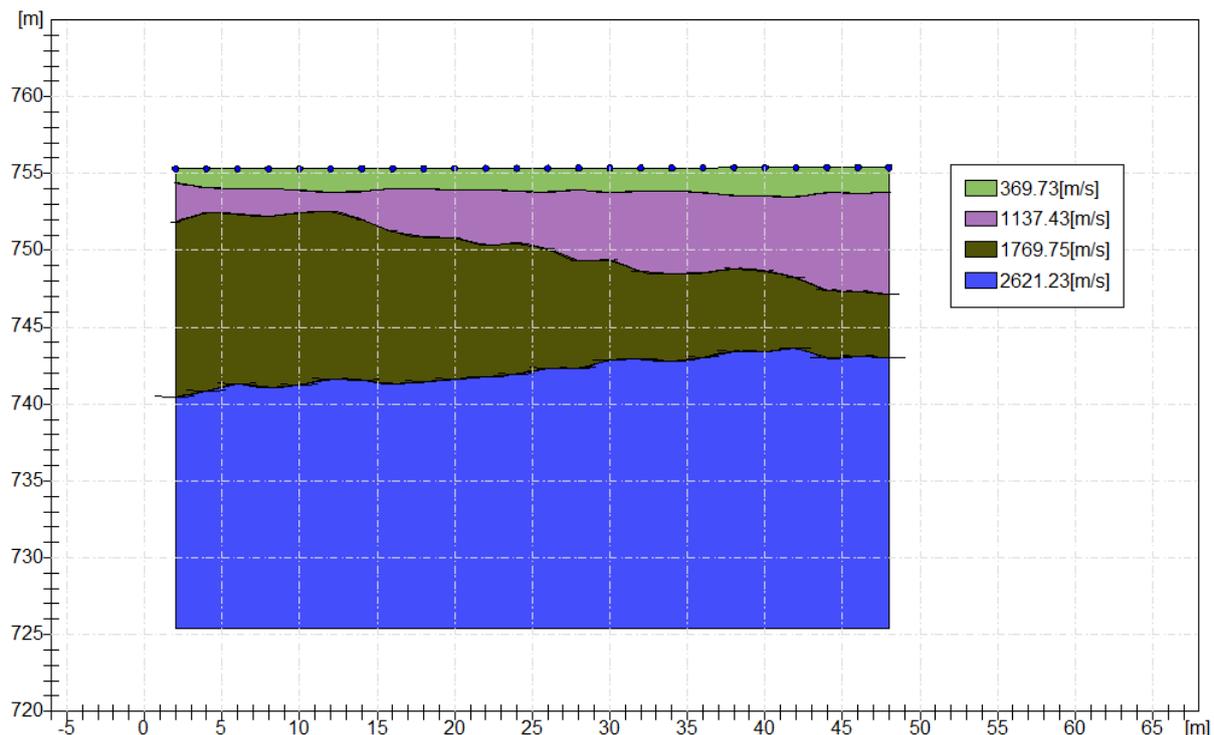
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





## INDAGINE SISMICA M.A.S.W. – “A”

La determinazione della velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ ) è stata effettuata mediante elaborazione con il metodo MASW, allo scopo di determinare la categoria sismica del terreno (A, B, C, D, E, S1, S2) secondo quanto indicato dalla Nuova Normativa Sismica (Ordinanza P.C.M. 2003 e s.m.i.) e dagli Eurocodici 7 e 8.

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

### Modellizzazione

Con riferimento al modello geotecnico sintetico determinato con le indagini in sito, è stata tracciata una curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda x v$$

In seguito i parametri del modello geotecnico preliminare si sono apportate le modifiche necessarie al fine di ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale. Questa fase definita come processo di inversione consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi caratterizzati da valori di rigidità differente.

#### Modi di vibrazione

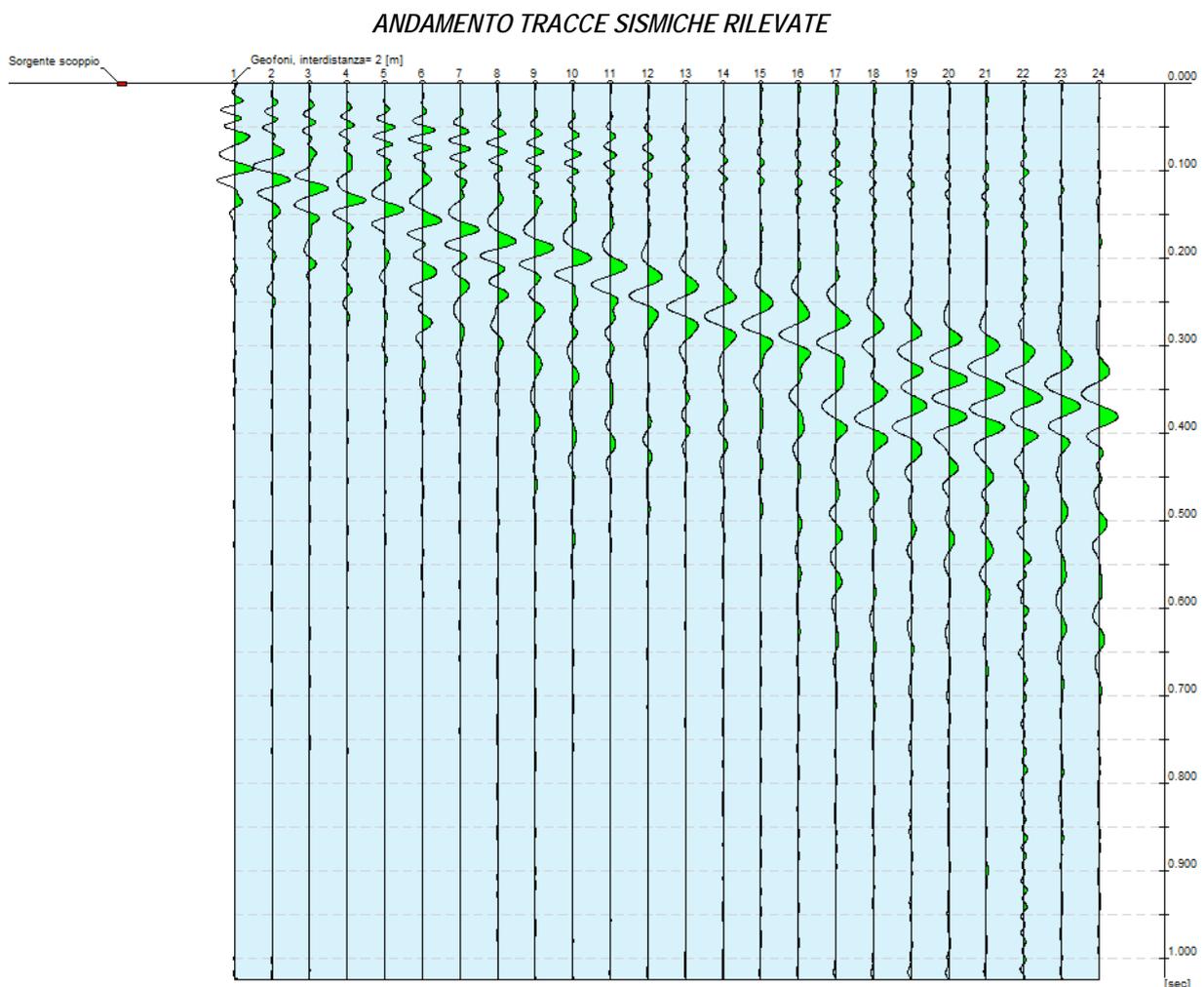
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle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

#### Profondità di indagine

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

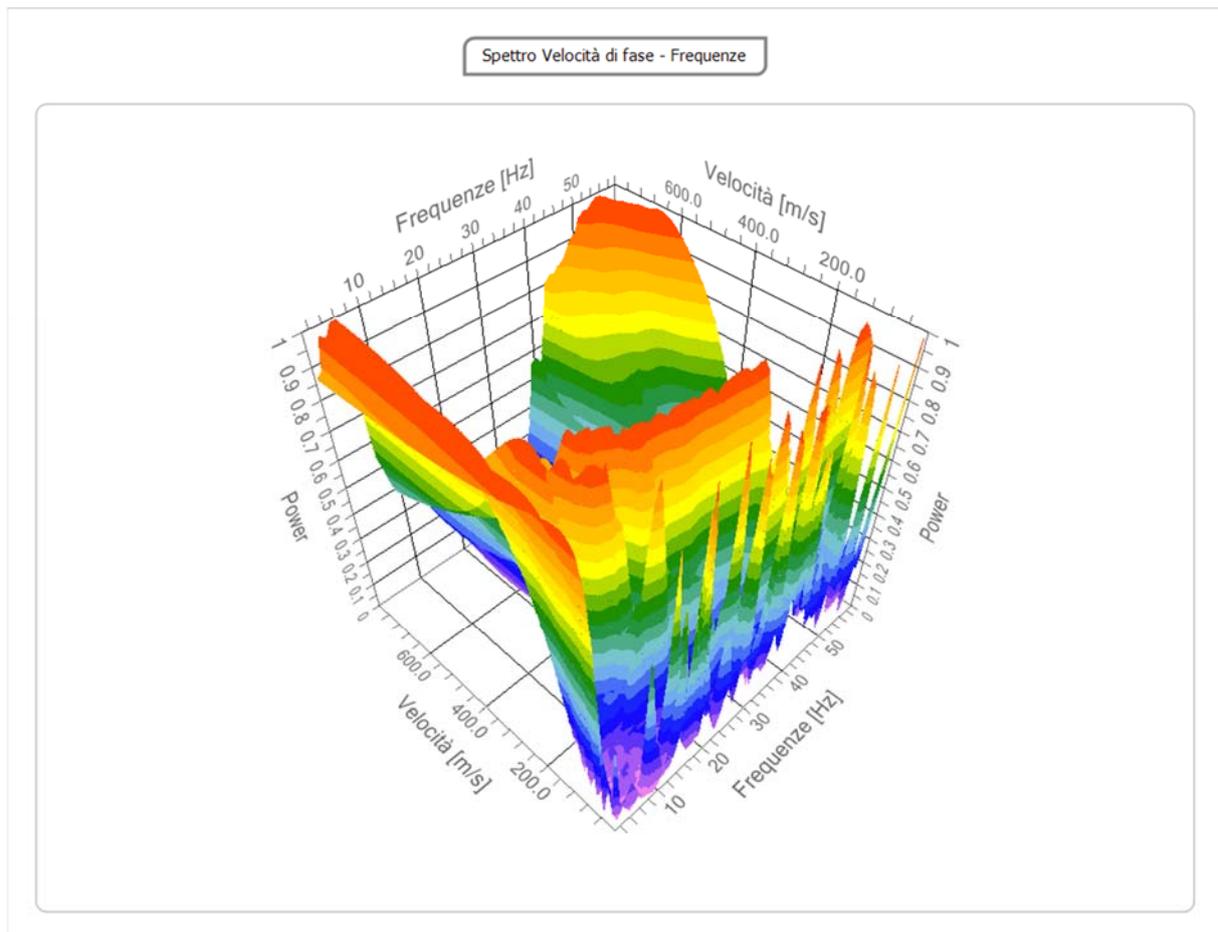
L'elaborazione ha riguardato l'intero campionamento della registrazione avente durata 1024 mS e una frequenza di campionamento di 500 microS, per la quale si è tenuta in considerazione la traccia sismica rilevata a seguito dell'energizzazione effettuata mediante mazza battente da Kg. 10 in posizione di sparo estremo SINISTRO rispetto alla base sismica, con uno stendimento avente un interasse geofonico pari a 2,0 ml.

N. tracce	24
Durata acquisizione [ms]	1024.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [ms]	0.50



Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
---------------------------------------	---

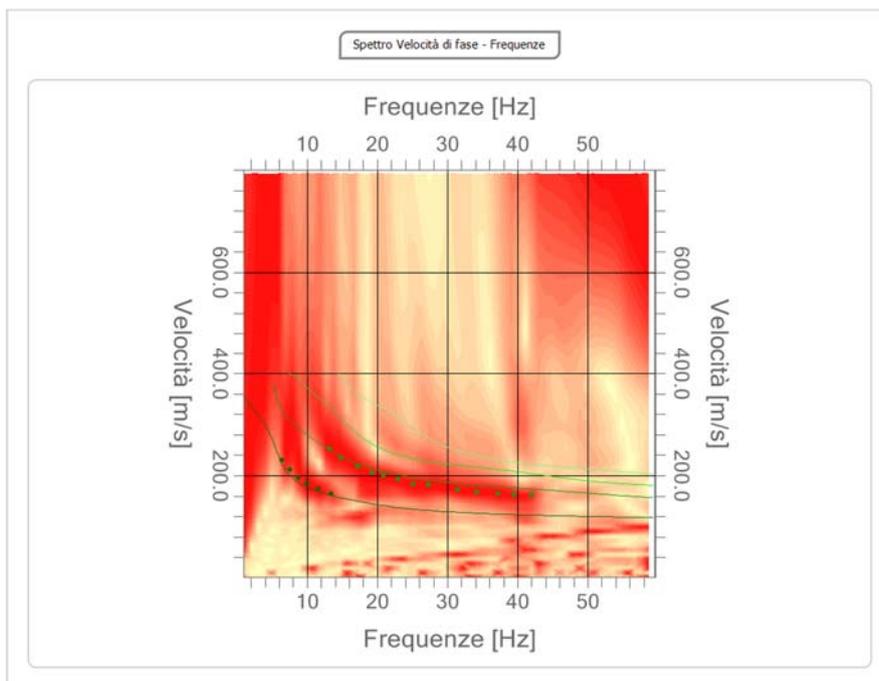
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



**TABELLA RIPIANTANTE I VALORI DELLA CURVA DI DISPERSIONE**

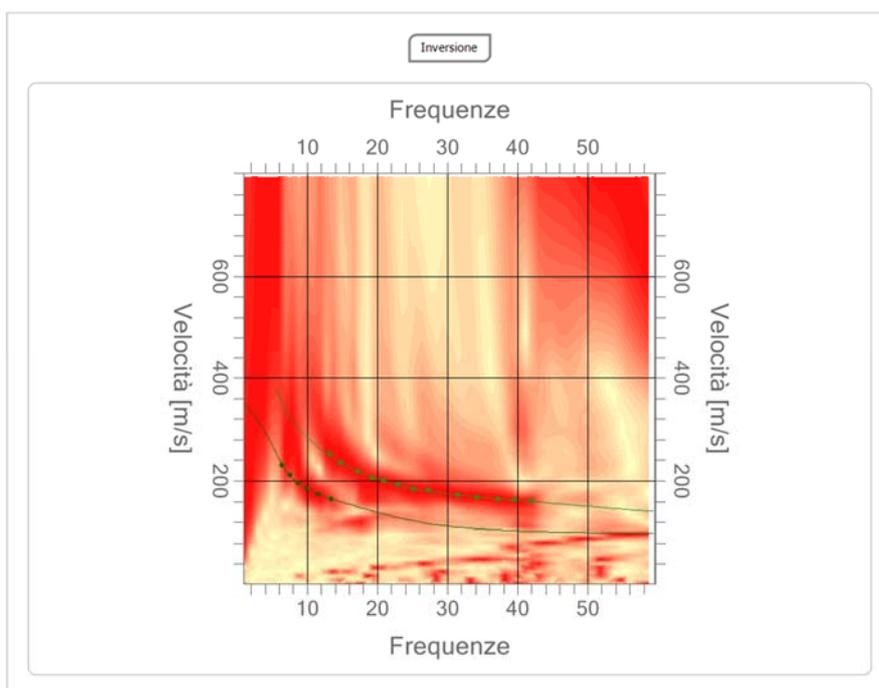
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.4	229.8	0
2	7.6	211.8	0
3	8.7	195.4	0
4	10.0	185.6	0
5	11.6	174.2	0
6	13.1	252.6	1
7	13.4	164.4	0
8	14.8	234.7	1
9	17.2	218.3	1
10	19.3	205.2	1
11	20.9	200.3	1
12	23.0	192.2	1
13	25.1	184.0	1
14	27.3	182.4	1
15	31.5	172.6	1
16	34.3	167.7	1
17	37.1	164.4	1
18	39.5	162.8	1
19	42.1	161.1	1

### ANDAMENTO DELLA CURVA DI DISPERSIONE

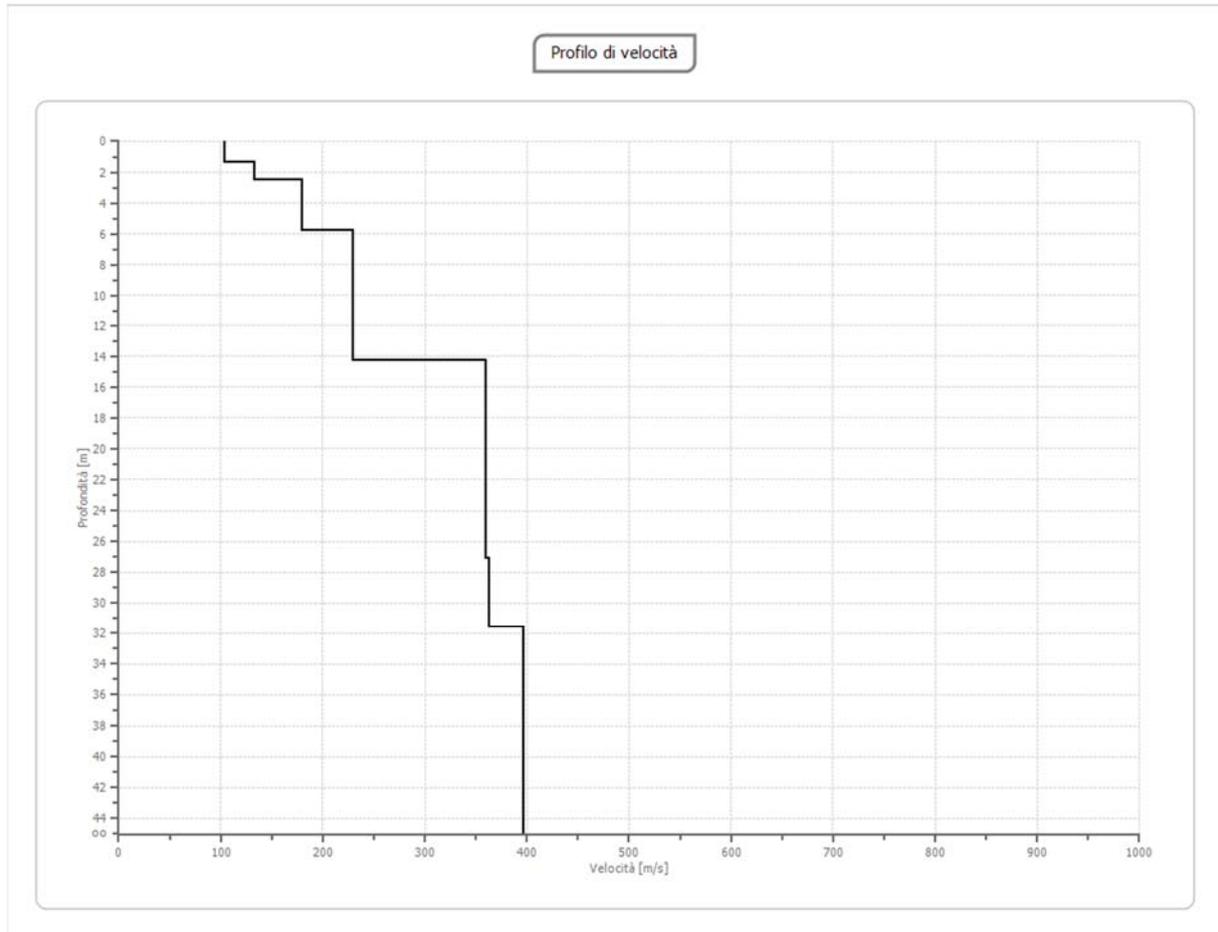


### ANDAMENTO DELLA CURVA OTTENUTA CON IL PROCESSO DI INVERSIONE

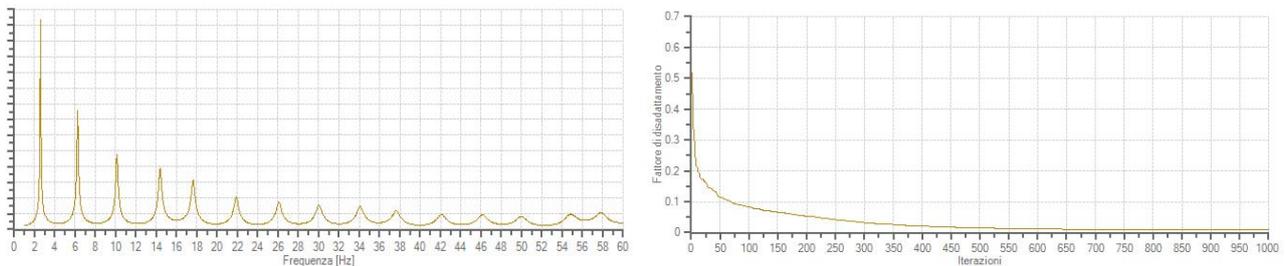
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.35	1.35	1850.0	0.4	No	215.4	103.5
2	2.46	1.11	1860.0	0.4	No	324.7	132.6
3	5.77	3.31	1930.0	0.3	No	336.1	179.6
4	14.24	8.47	1950.0	0.3	No	428.2	228.9
5	27.12	12.87	1960.0	0.3	No	673.2	359.8
6	31.56	4.44	1970.0	0.3	No	678.3	362.6
7	oo	oo	1980.0	0.3	No	742.2	396.7



### ANDAMENTO IN PROFONDITA' DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO



### ANDAMENTO DELLA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO E DISADATTAMENTO



Al termine della elaborazione si è riscontrata una convergenza dei valori (Errore dell'elaborazione) pari a 0,007%, con un fattore di disadattamento della soluzione pari a 0,008.

### TABELLA DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO E CARATTERISTICHE DEGLI STRATI IN PROFONDITA'

G0: Modulo di deformazione al taglio (\*);

Ed: Modulo edometrico (\*);

M0: Modulo di compressibilità volumetrica (\*);

Ey: Modulo di Young (\*);

\*) Valori validi per piccolissime deformazioni comprese nel tratto lineare elastico del legame costitutivo dei materiali (deformazioni tangenziali inferiori alla soglia elastica).

N.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	densità [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Coefficiente di Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.35	1.35	103.49	215.43	1800.00	0.35	19.28	83.54	57.84	52.05	17.00	27.75
2	2.46	1.11	132.57	324.73	1810.00	0.40	31.81	190.86	148.45	89.07	22.00	96.31
3	5.77	3.31	179.64	336.08	1880.00	0.30	60.67	212.35	131.46	157.75	55.00	443.44
4	14.24	8.47	228.90	428.24	1900.00	0.30	99.55	348.44	215.70	258.84	82.00	1498.58
5	27.12	12.87	359.82	673.16	1910.00	0.30	247.29	865.51	535.79	642.95	N/A	N/A
6	31.56	4.44	362.58	678.32	1920.00	0.30	252.41	883.42	546.88	656.25	N/A	N/A
7	∞	∞	396.72	742.20	1930.00	0.30	303.76	1063.16	658.15	789.78	0.00	N/A

L'analisi dei risultati ottenuti dall'indagine MASW ha portato alla determinazione degli strati e delle velocità delle onde sismiche trasversali ( $V_s$ ) fino a una profondità di circa 31,56 m. dal piano campagna.

Ai sensi del DM 14.01.2008 (GU del 04.02.2008, n. 29 – S.O. n. 30), punto 3.2.2. “Categoria di suolo e condizioni topografiche”, il valore della velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri ( $V_{s,30}$ ) ottenuto mediante l'indagine M.A.S.W. è risultato, a partire dal p.d.c. attuale pari a **248,79 m/s**, il quale, tenuto in considerazione l'errore derivante dall'elaborazione dei dati, risulta essere compreso tra **248,77** e **248,80 m/s** come evidenziato nella tabella di seguito allegata:

Velocità onde $V_s$ da elaborazione MASW				
Strato	Base strato [m]	$h_i$ [m]	$V_{s,i}$ [m/s]	$h_i / V_{s,i}$ [s]
1	1.35	1.35	103	0.013045
2	2.46	1.11	133	0.008373
3	5.77	3.31	180	0.018426
4	14.24	8.47	229	0.037003
5	27.12	12.88	360	0.035796
6	31.56	2.88	362.58	0.007943

$V_{s,30}$ calcolato	<b>248.79</b>	[m/s]
Errore strumentale	0.007	[%]
$V_{s,30}$ - Max	<b>248.80</b>	[m/s]
$V_{s,30}$ - Min	<b>248.77</b>	[m/s]

In base al valore di  $V_{s30}$ , considerato anche l'errore dell'elaborazione, il suolo di fondazione dell'area in esame può essere considerato di tipo C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

## INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE - “B”

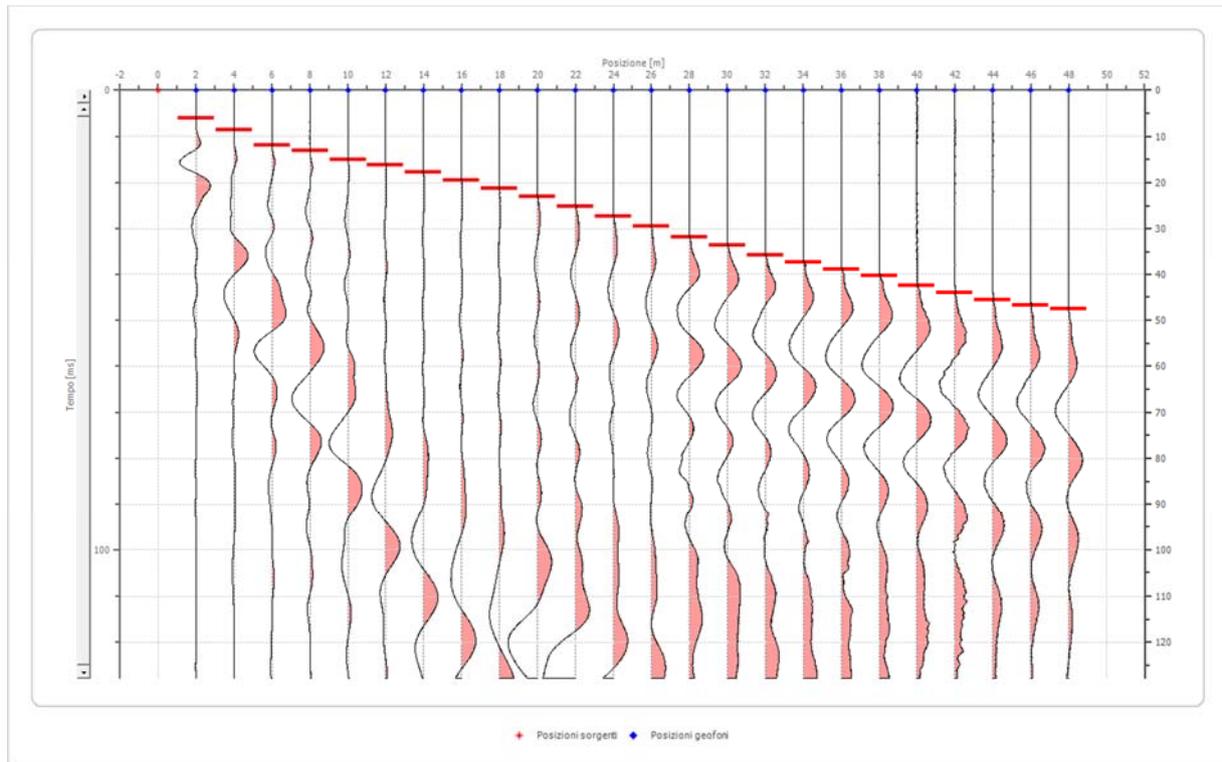
### Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	2.0	750.0
2	4.0	750.2
3	6.0	750.4
4	8.0	750.6
5	10.0	750.8
6	12.0	751.1
7	14.0	751.3
8	16.0	751.5
9	18.0	751.7
10	20.0	751.9
11	22.0	752.1
12	24.0	752.3
13	26.0	752.5
14	28.0	752.8
15	30.0	753.0
16	32.0	753.2
17	34.0	753.4
18	36.0	753.6
19	38.0	753.8
20	40.0	754.0
21	42.0	754.3
22	44.0	754.5
23	46.0	754.7
24	48.0	754.9

Battuta 1

Posizione sorgente X  
Posizione sorgente Z

0 [m]  
751 [m]

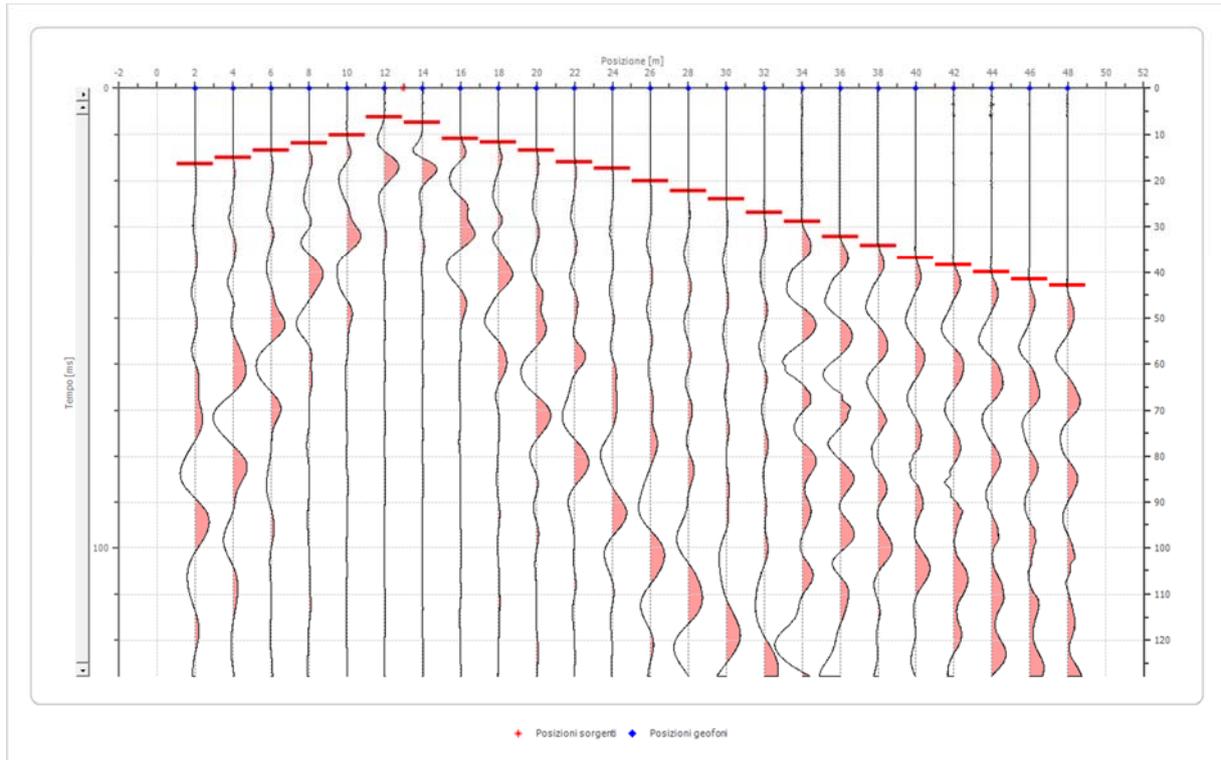


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	6.0350
4.0	8.6073
6.0	11.9711
8.0	13.0594
10.0	15.0381
12.0	16.2253
14.0	17.8082
16.0	19.3912
18.0	21.1720
20.0	22.9528
22.0	25.1294
24.0	27.3059
26.0	29.4825
28.0	31.7580
30.0	33.5388
32.0	35.6164
34.0	37.4962
36.0	38.8813
38.0	40.3653
40.0	42.5419
42.0	44.1248
44.0	45.5099
46.0	46.7960
48.0	47.5875

Battuta 2

Posizione sorgente X  
Posizione sorgente Z

13 [m]  
752 [m]

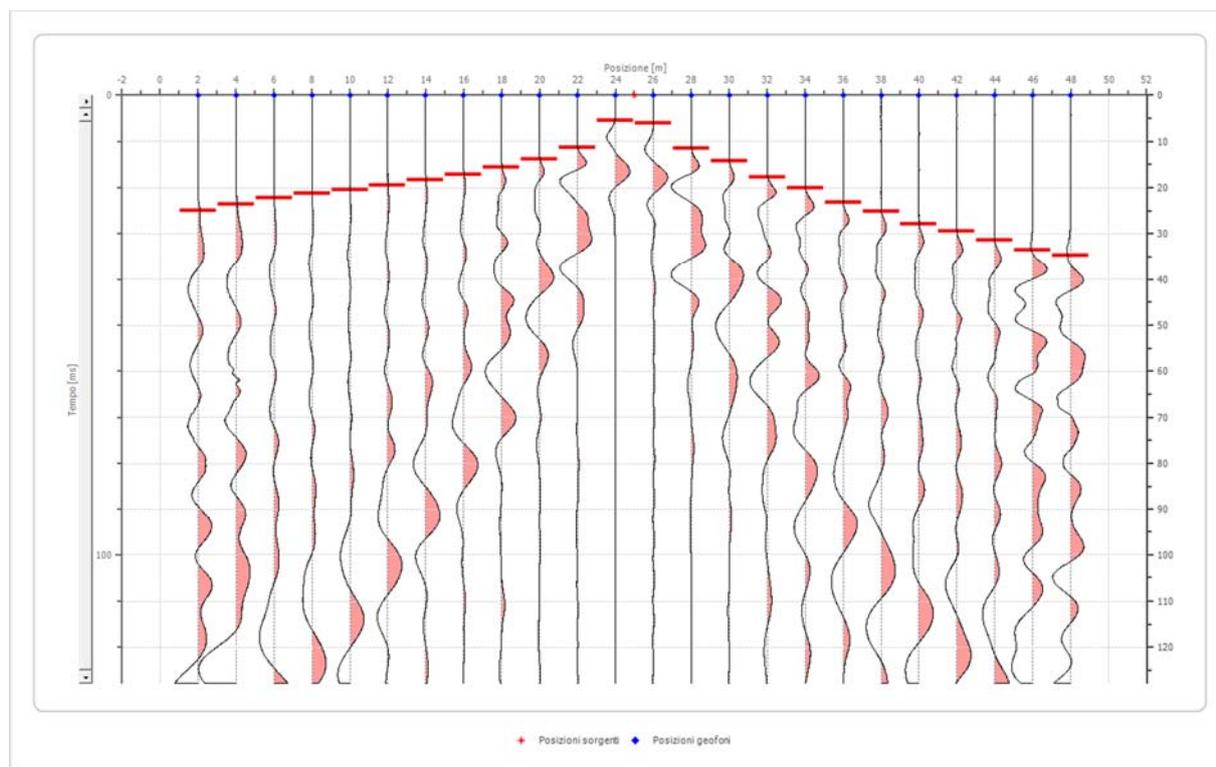


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	16.3242
4.0	14.9391
6.0	13.3562
8.0	11.8721
10.0	10.0913
12.0	6.3318
14.0	7.4201
16.0	10.8828
18.0	11.6743
20.0	13.3562
22.0	15.9285
24.0	17.4125
26.0	20.0837
28.0	22.2603
30.0	24.0411
32.0	26.9102
34.0	28.8889
36.0	32.0548
38.0	34.0335
40.0	36.8037
42.0	38.2877
44.0	39.9696
46.0	41.4536
48.0	42.9376

**Battuta 3**

Posizione sorgente X  
Posizione sorgente Z

25 [m]  
754 [m]

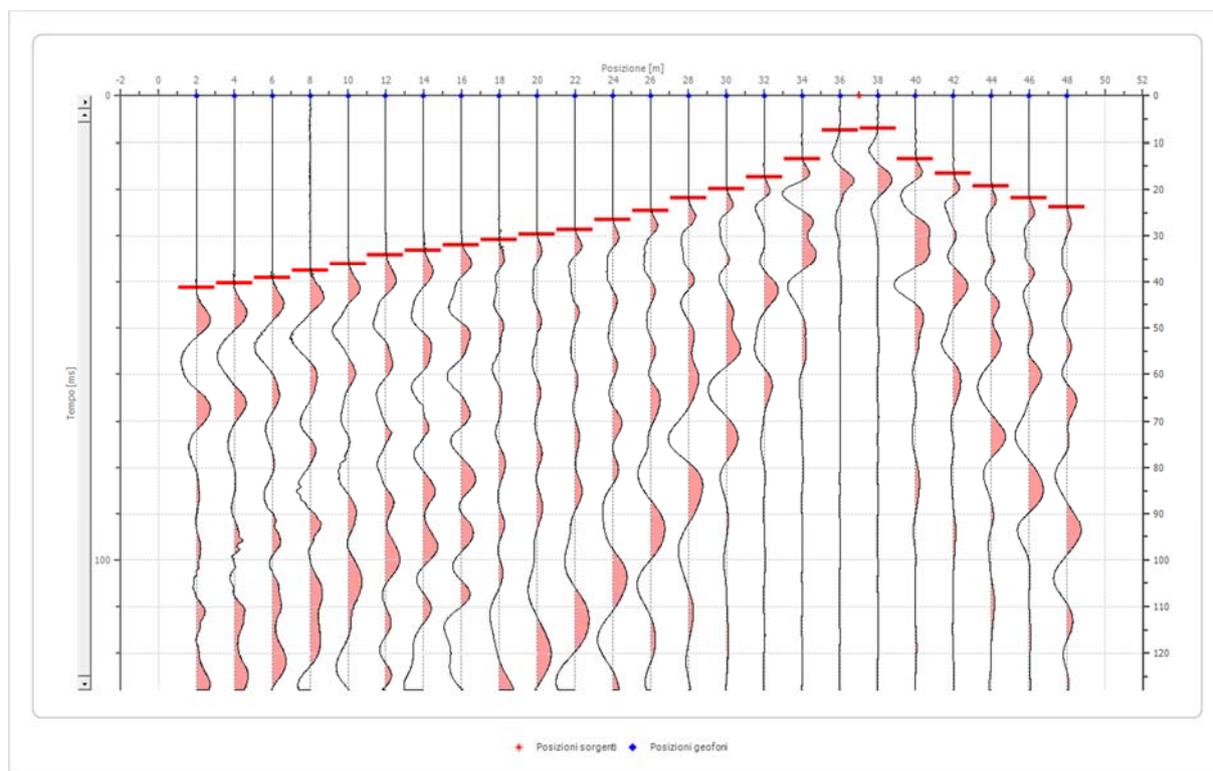


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	25.0304
4.0	23.6454
6.0	22.2603
8.0	21.2709
10.0	20.3805
12.0	19.3912
14.0	18.4018
16.0	17.2146
18.0	15.5327
20.0	13.7519
22.0	11.3775
24.0	5.4414
26.0	6.0350
28.0	11.4764
30.0	14.2466
32.0	17.8082
34.0	20.0837
36.0	23.1507
38.0	25.2283
40.0	27.8995
42.0	29.3836
44.0	31.4612
46.0	33.4399
48.0	34.7260

**Battuta 4**

Posizione sorgente X  
Posizione sorgente Z

37 [m]  
755 [m]

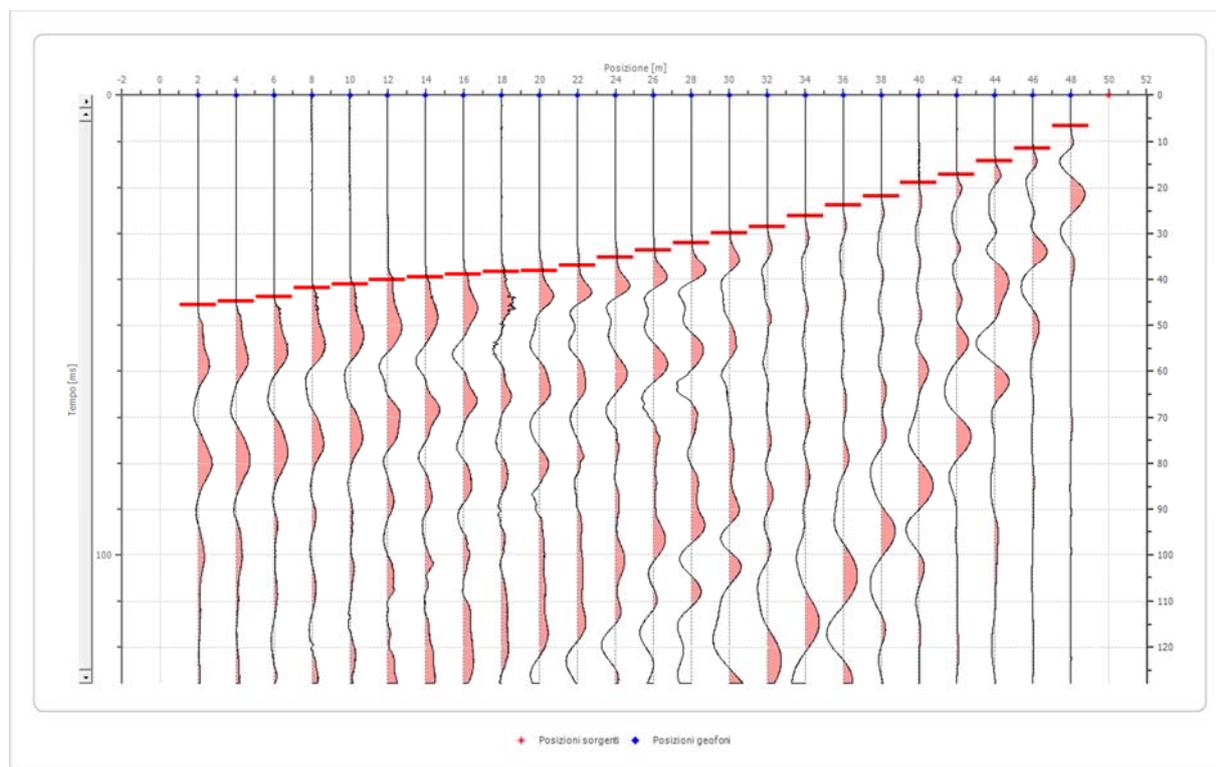


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	41.3546
4.0	40.3653
6.0	39.1781
8.0	37.6941
10.0	36.0122
12.0	34.0335
14.0	33.0441
16.0	31.8569
18.0	30.7686
20.0	29.5814
22.0	28.5921
24.0	26.5145
26.0	24.5358
28.0	21.7656
30.0	19.7869
32.0	17.4125
34.0	13.3562
36.0	7.3212
38.0	6.9254
40.0	13.4551
42.0	16.6210
44.0	19.1933
46.0	21.7656
48.0	23.7443

Battuta 5

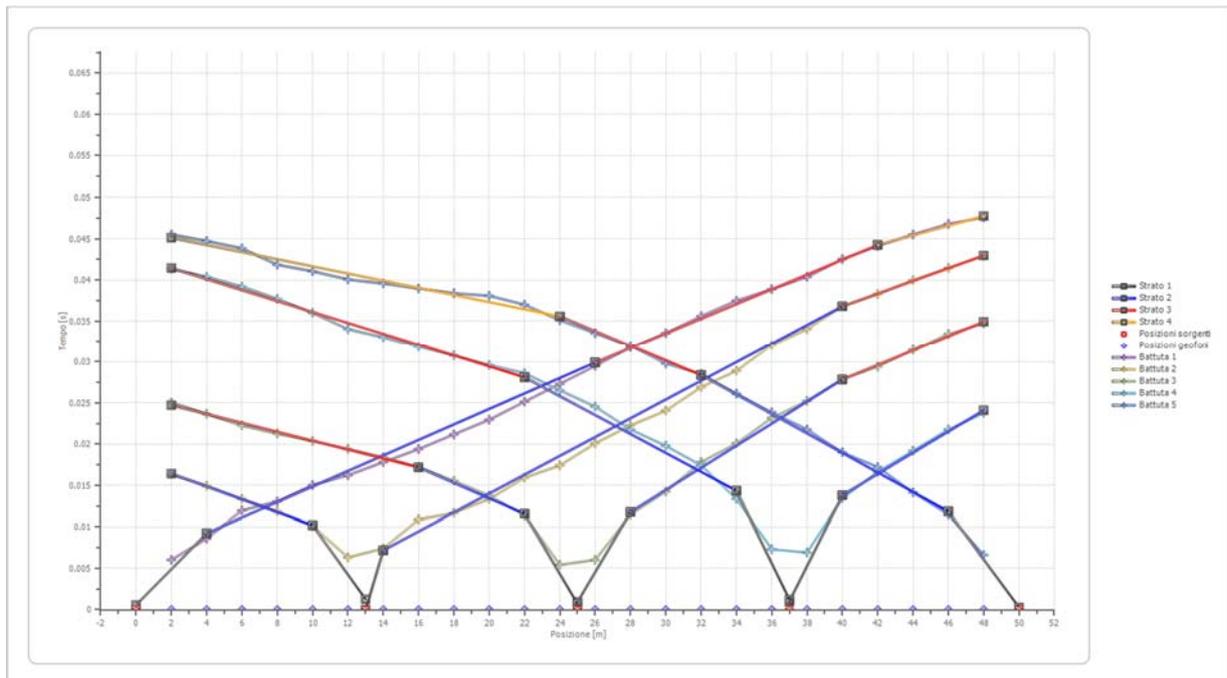
Posizione sorgente X  
Posizione sorgente Z

50 [m]  
756 [m]

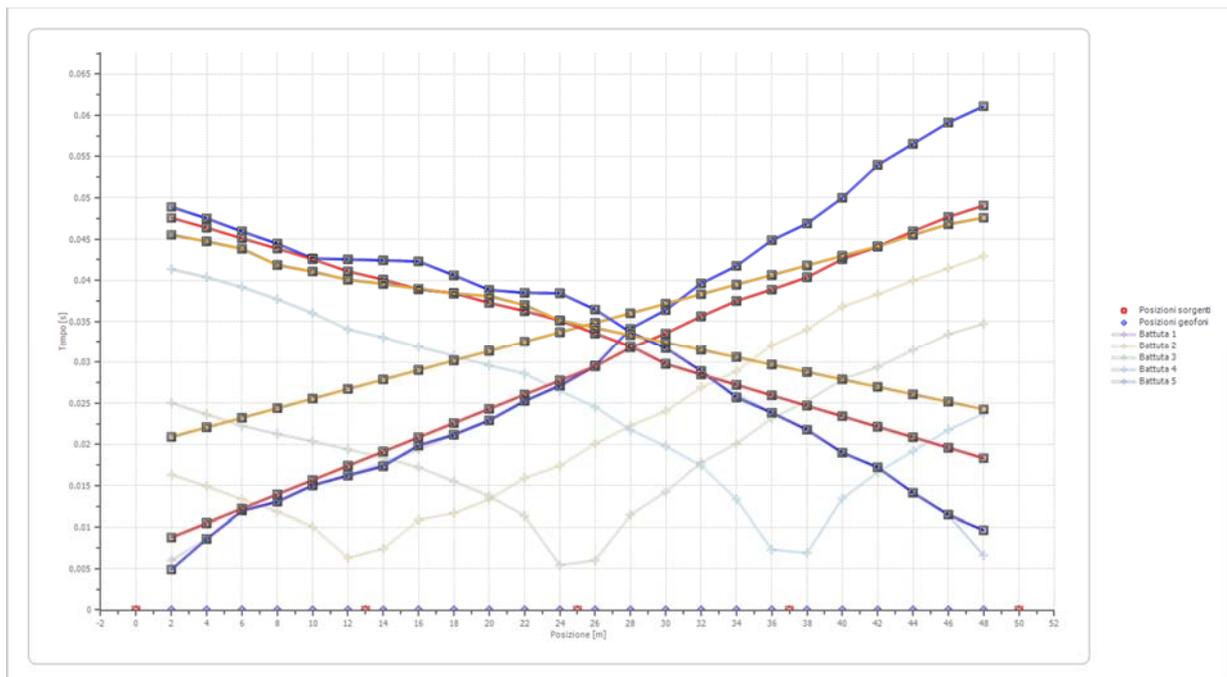


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
2.0	45.5099
4.0	44.7184
6.0	43.8280
8.0	41.8493
10.0	41.0578
12.0	40.0685
14.0	39.5738
16.0	38.9802
18.0	38.3866
20.0	38.0898
22.0	37.0015
24.0	35.1218
26.0	33.5388
28.0	31.9559
30.0	29.7793
32.0	28.4931
34.0	26.1187
36.0	23.8432
38.0	21.7656
40.0	18.9954
42.0	17.2146
44.0	14.1476
46.0	11.4764
48.0	6.6286

*Dromocrone*



*Dromocrone traslate*



*Interpretazione col metodo G,.R.M.*

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3	Strato n. 4
G= 2.0 [m]	0.0	4.7	14.3	--
G= 4.0 [m]	0.0	5.1	14.4	--
G= 6.0 [m]	0.1	5.2	14.3	--
G= 8.0 [m]	0.0	5.8	13.5	--
G= 10.0 [m]	0.0	6.0	13.6	--
G= 12.0 [m]	0.2	5.5	13.3	--
G= 14.0 [m]	0.3	5.5	13.2	--
G= 16.0 [m]	0.7	4.4	12.7	--
G= 18.0 [m]	0.6	5.6	12.8	--
G= 20.0 [m]	0.6	6.0	13.3	--
G= 22.0 [m]	0.9	5.3	12.4	--
G= 24.0 [m]	1.2	4.7	10.9	--
G= 26.0 [m]	1.3	4.5	10.9	--
G= 28.0 [m]	1.5	3.9	10.2	--
G= 30.0 [m]	1.6	3.5	10.5	--
G= 32.0 [m]	1.6	3.8	10.3	--
G= 34.0 [m]	1.5	4.9	10.6	--
G= 36.0 [m]	1.7	4.2	10.4	--
G= 38.0 [m]	1.7	4.4	10.5	--
G= 40.0 [m]	1.7	4.9	10.2	--
G= 42.0 [m]	2.0	3.7	9.6	--
G= 44.0 [m]	2.0	4.5	9.9	--
G= 46.0 [m]	1.9	4.9	10.1	--
G= 48.0 [m]	2.0	4.9	9.9	--
Velocità [m/sec]	284.7	980.6	1308.1	1921.1

**Altri parametri geotecnici**

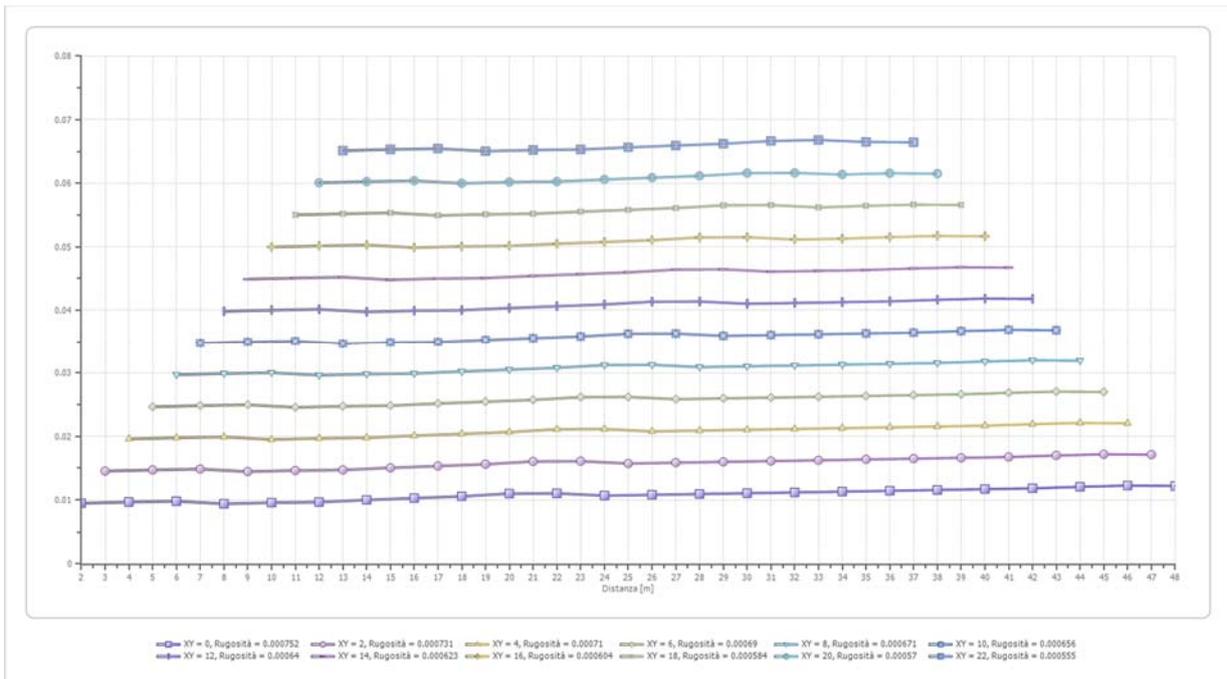
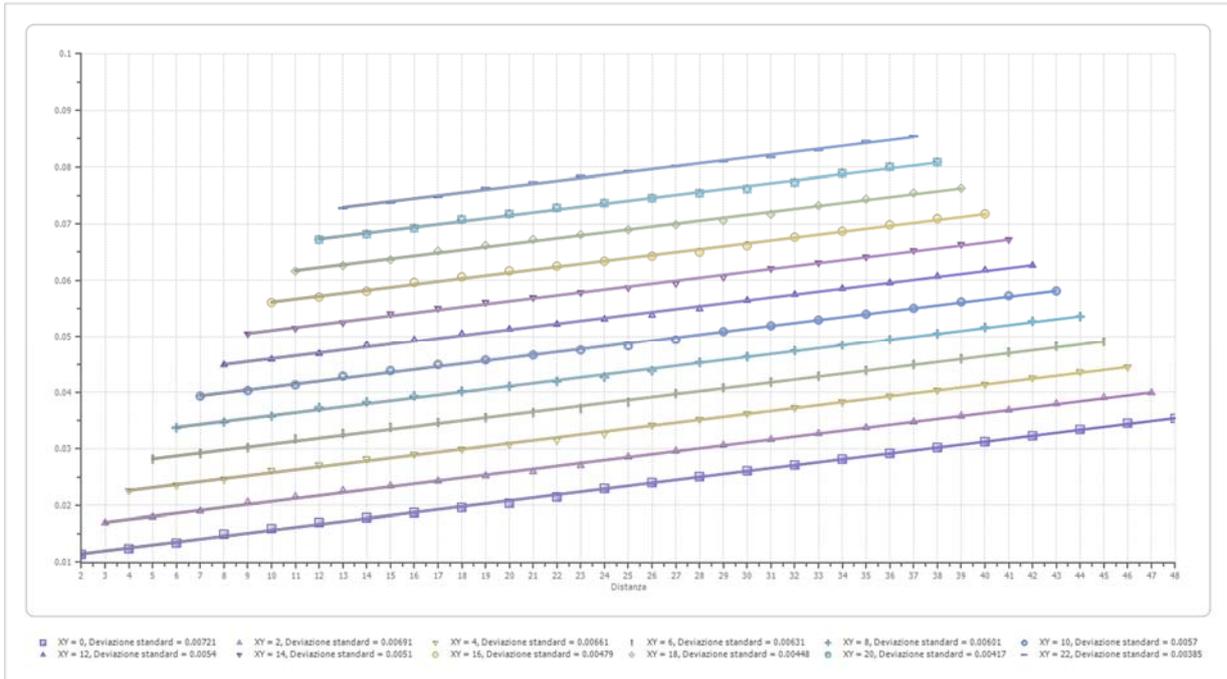
	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3	Strato n. 4
Coefficiente Poisson	0.35	0.35	0.35	0.35
Densità [kg/m³]	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00
Vp [m/s]	284.69	980.65	1308.12	1921.15
Vs [m/s]	136.76	471.09	628.40	922.89
G0 [MPa]	33.67	399.46	710.80	1533.11
Ed [Mpa]	145.89	1731.01	3080.13	6643.46
M0 [MPa]	112.22	1331.55	2369.33	5110.36
Ey [Mpa]	90.90	1078.55	1919.16	4139.39

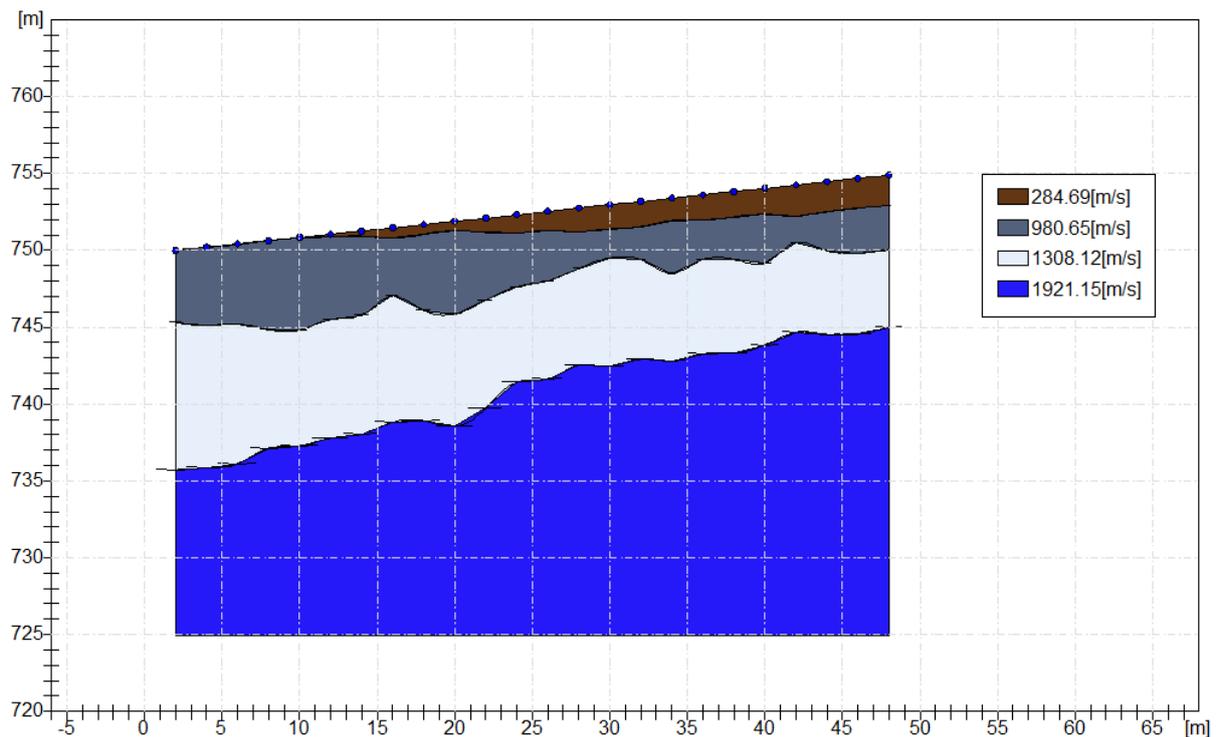
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





## INDAGINE SISMICA M.A.S.W. – “B”

La determinazione della velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ ) è stata effettuata mediante elaborazione con il metodo MASW, allo scopo di determinare la categoria sismica del terreno (A, B, C, D, E, S1, S2) secondo quanto indicato dalla Nuova Normativa Sismica (Ordinanza P.C.M. 2003 e s.m.i.) e dagli Eurocodici 7 e 8.

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

### Modellizzazione

Con riferimento al modello geotecnico sintetico determinato con le indagini in sito, è stata tracciata una curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda x v$$

In seguito i parametri del modello geotecnico preliminare si sono apportate le modifiche necessarie al fine di ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale. Questa fase definita come processo di inversione consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi caratterizzati da valori di rigidità differente.

#### Modi di vibrazione

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

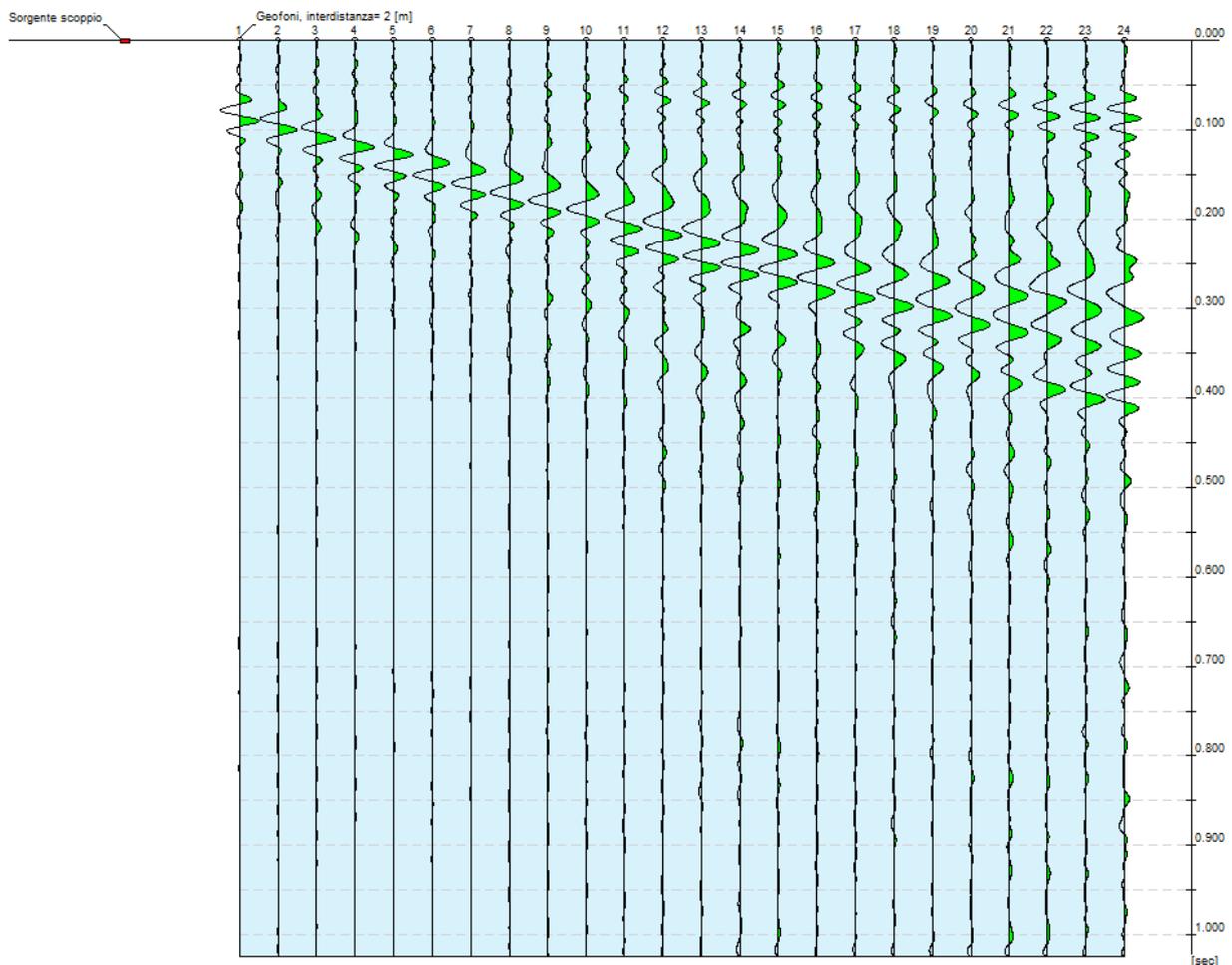
#### Profondità di indagine

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

L'elaborazione ha riguardato l'intero campionamento della registrazione avente durata 1024 mS e una frequenza di campionamento di 500 microS, per la quale si è tenuta in considerazione la traccia sismica rilevata a seguito dell'energizzazione effettuata mediante mazza battente da Kg. 10 in posizione di sparo estremo **SINISTRO** rispetto alla base sismica, con uno stendimento avente un interasse geofonico pari a 2,0 ml.

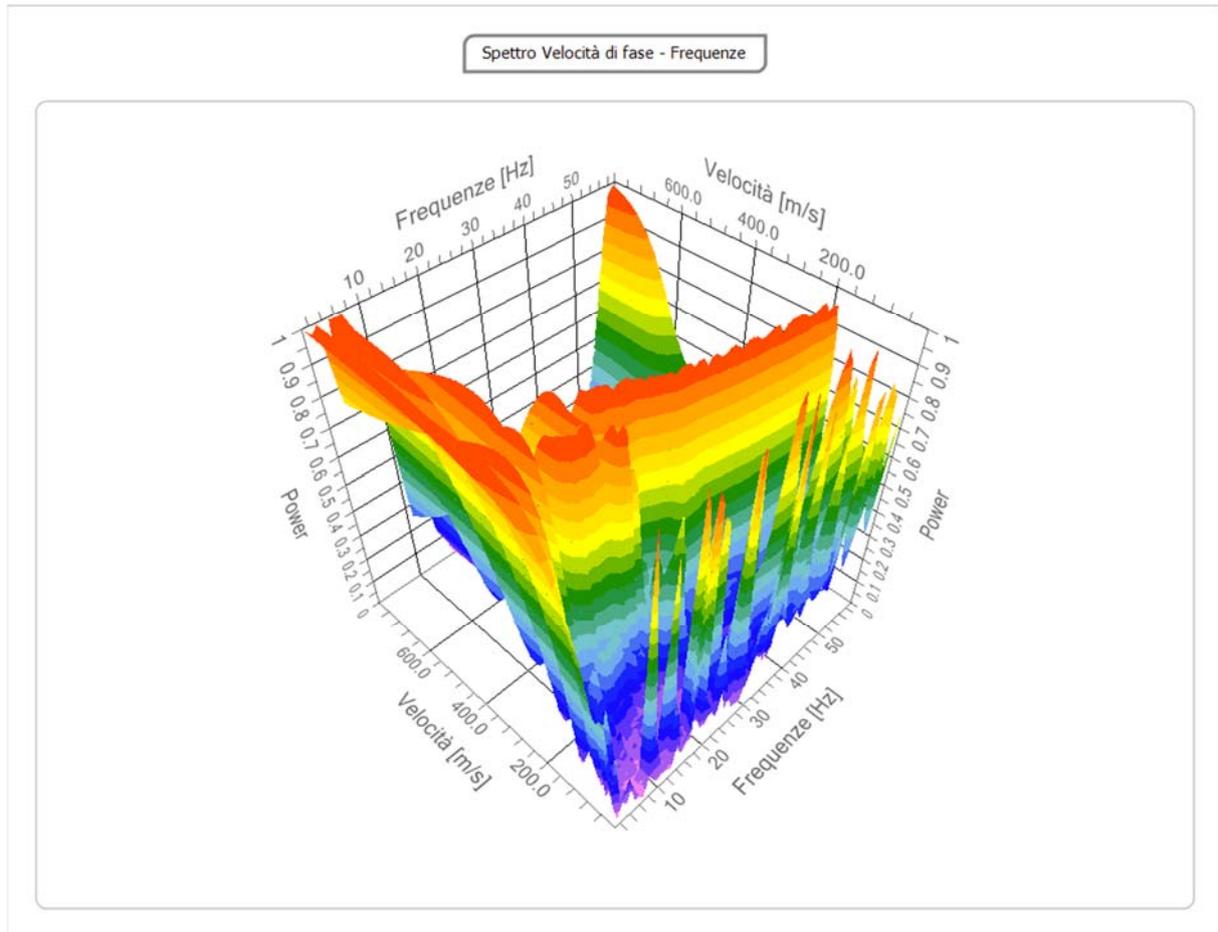
N. tracce		24
Durata acquisizione [ms]		1024.0
Interdistanza geofoni [m]		2.0
Periodo di campionamento [ms]		0.50

#### ANDAMENTO TRACCE SISMICHE RILEVATE



### ANDAMENTO DELL'ANALISI SPETTRALE

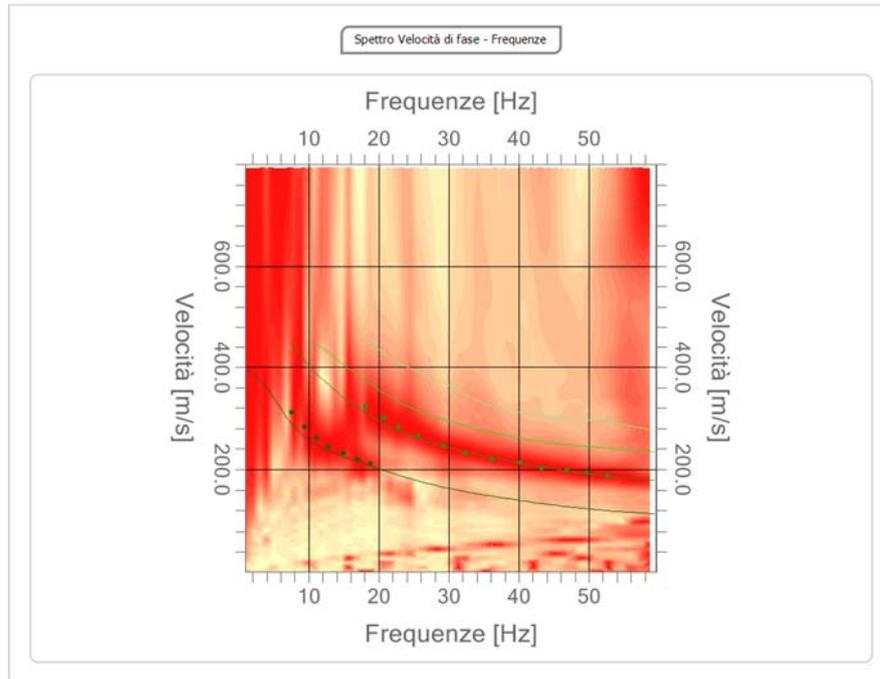
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



**TABELLA RIPORTANTE I VALORI DELLA CURVA DI DISPERSIONE**

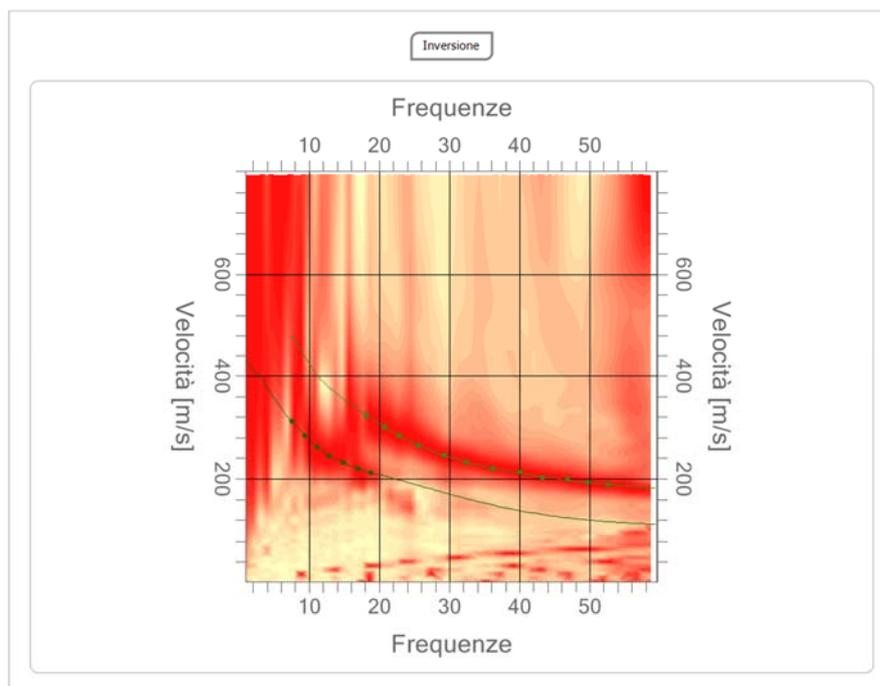
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.6	311.4	0
2	9.4	283.7	0
3	11.1	262.4	0
4	12.9	244.5	0
5	14.9	231.4	0
6	17.0	219.9	0
7	18.2	322.9	1
8	18.8	211.8	0
9	20.8	301.6	1
10	22.9	283.7	1
11	25.6	265.7	1
12	29.2	246.1	1
13	32.3	231.4	1
14	36.2	219.9	1
15	40.1	213.4	1
16	43.3	202.0	1
17	46.9	198.7	1
18	49.7	192.2	1
19	52.7	188.9	1

ANDAMENTO DELLA CURVA DI DISPERSIONE

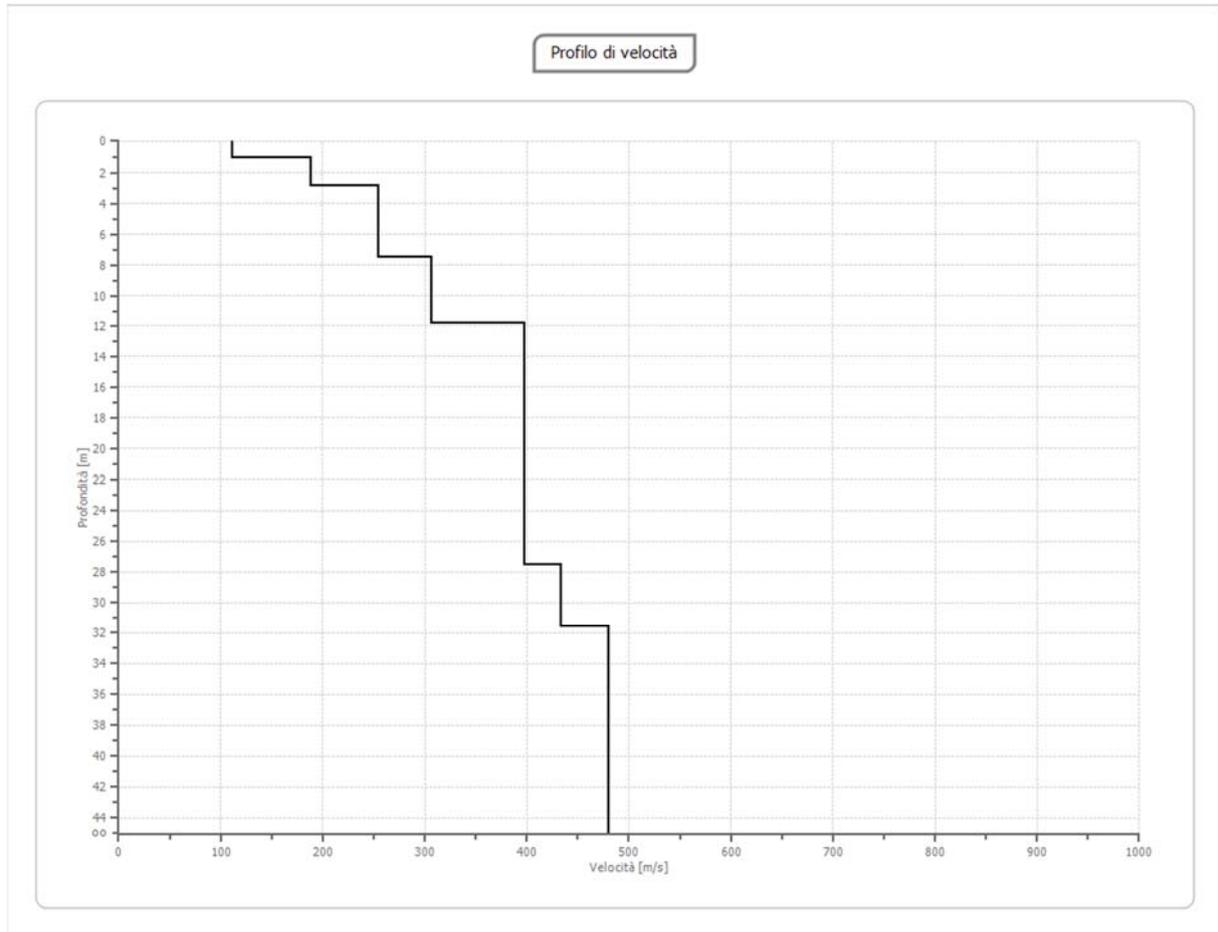


ANDAMENTO DELLA CURVA OTTENUTA CON IL PROCESSO DI INVERSIONE

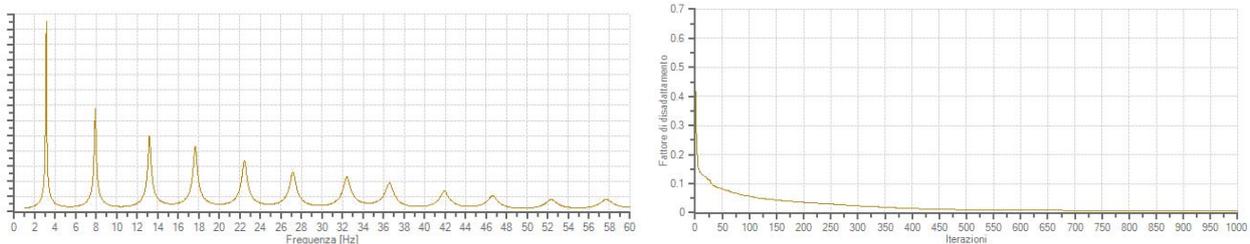
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.09	1.09	1850.0	0.4	No	230.4	110.7
2	2.84	1.74	1860.0	0.4	No	462.1	188.6
3	7.49	4.65	1930.0	0.3	No	475.5	254.2
4	11.81	4.33	1950.0	0.3	No	572.7	306.1
5	27.54	15.72	1960.0	0.3	No	742.9	397.1
6	31.61	4.07	1970.0	0.3	No	810.7	433.4
7	oo	oo	1980.0	0.3	No	897.6	479.8



### ANDAMENTO IN PROFONDITA' DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO



### ANDAMENTO DELLA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO E DISADATTAMENTO



Al termine della elaborazione si è riscontrata una convergenza dei valori (Errore dell'elaborazione) pari a 0,002%, con un fattore di disadattamento della soluzione pari a 0,005.

### TABELLA DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO E CARATTERISTICHE DEGLI STRATI IN PROFONDITA'

G0: Modulo di deformazione al taglio (\*);

Ed: Modulo edometrico (\*);

M0: Modulo di compressibilità volumetrica (\*);

Ey: Modulo di Young (\*);

\*) Valori validi per piccolissime deformazioni comprese nel tratto lineare elastico del legame costitutivo dei materiali (deformazioni tangenziali inferiori alla soglia elastica).

N.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	densità [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Coefficiente di Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.09	1.09	110.69	230.41	1800.00	0.35	22.05	95.56	66.16	59.54	32.00	38.90
2	2.84	1.74	188.65	462.09	1810.00	0.40	64.41	386.48	300.59	180.36	N/A	566.93
3	7.49	4.65	254.18	475.52	1880.00	0.30	121.46	425.10	263.16	315.79	N/A	2536.45
4	11.81	4.33	306.10	572.67	1900.00	0.30	178.03	623.11	385.73	462.88	N/A	N/A
5	27.54	15.72	397.11	742.93	1910.00	0.30	301.20	1054.20	652.60	783.12	N/A	N/A
6	31.61	4.07	433.36	810.73	1920.00	0.30	360.57	1262.00	781.24	937.48	N/A	N/A
7	∞	∞	479.80	897.61	1930.00	0.30	444.29	1555.02	962.63	1155.16	0.00	N/A

L'analisi dei risultati ottenuti dall'indagine MASW ha portato alla determinazione degli strati e delle velocità delle onde sismiche trasversali ( $V_s$ ) fino a una profondità di circa 31,61 m. dal piano campagna.

Ai sensi del DM 14.01.2008 (GU del 04.02.2008, n. 29 – S.O. n. 30), punto 3.2.2. “Categoria di suolo e condizioni topografiche”, il valore della velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri ( $V_{s,30}$ ) ottenuto mediante l'indagine M.A.S.W. è risultato, a partire dal p.d.c. attuale pari a 309.86 m/s, il quale, tenuto in considerazione l'errore derivante dall'elaborazione dei dati, risulta essere compreso tra 309.85 e 309.86 m/s come evidenziato nella tabella di seguito allegata:

<i>Velocità onde <math>V_s</math> da elaborazione MASW</i>				
Strato	Base strato [m]	$h_i$ [m]	$V_{s,i}$ [m/s]	$h_i / V_{s,i}$ [s]
1	1.09	1.09	111	0.009847
2	2.84	1.75	189	0.009276
3	7.49	4.65	254	0.018294
4	11.81	4.32	306	0.014113
5	27.54	15.73	397	0.039611
6	31.61	2.46	433.36	0.005677

$V_{s,30}$ calcolato	<b>309.86</b>	[m/s]
Errore strumentale	0.002	[%]
$V_{s,30}$ - Max	<b>309.86</b>	[m/s]
$V_{s,30}$ - Min	<b>309.85</b>	[m/s]

In base al valore di  $V_{s,30}$ , considerato anche l'errore dell'elaborazione, il suolo di fondazione dell'area in esame può essere considerato di tipo C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

## INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE - “C”

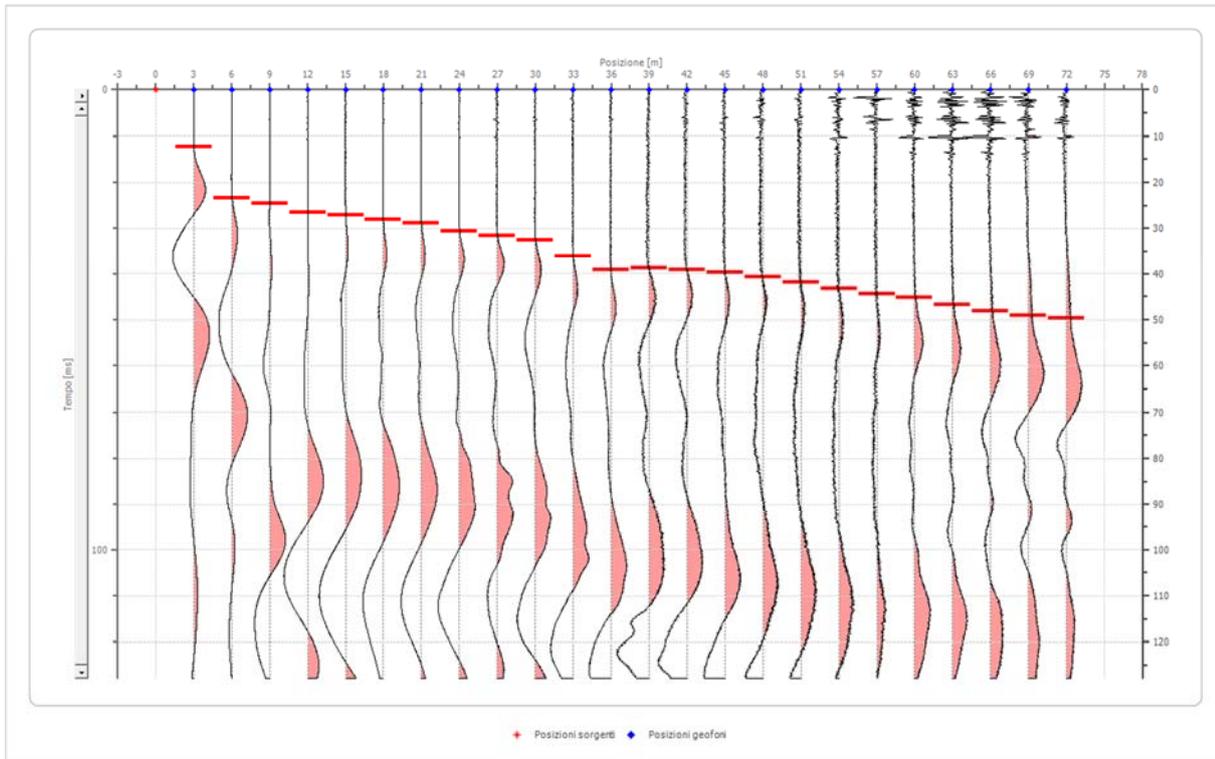
### Geometria geofoni

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	3.0	9.0
2	6.0	8.5
3	9.0	8.0
4	12.0	7.5
5	15.0	7.0
6	18.0	6.5
7	21.0	6.2
8	24.0	6.0
9	27.0	5.8
10	30.0	5.4
11	33.0	5.0
12	36.0	4.5
13	39.0	4.1
14	42.0	4.0
15	45.0	3.8
16	48.0	3.6
17	51.0	3.5
18	54.0	3.4
19	57.0	3.2
20	60.0	3.0
21	63.0	2.9
22	66.0	2.7
23	69.0	2.6
24	72.0	2.5

**Battuta 1**

Posizione sorgente X  
 Posizione sorgente Z

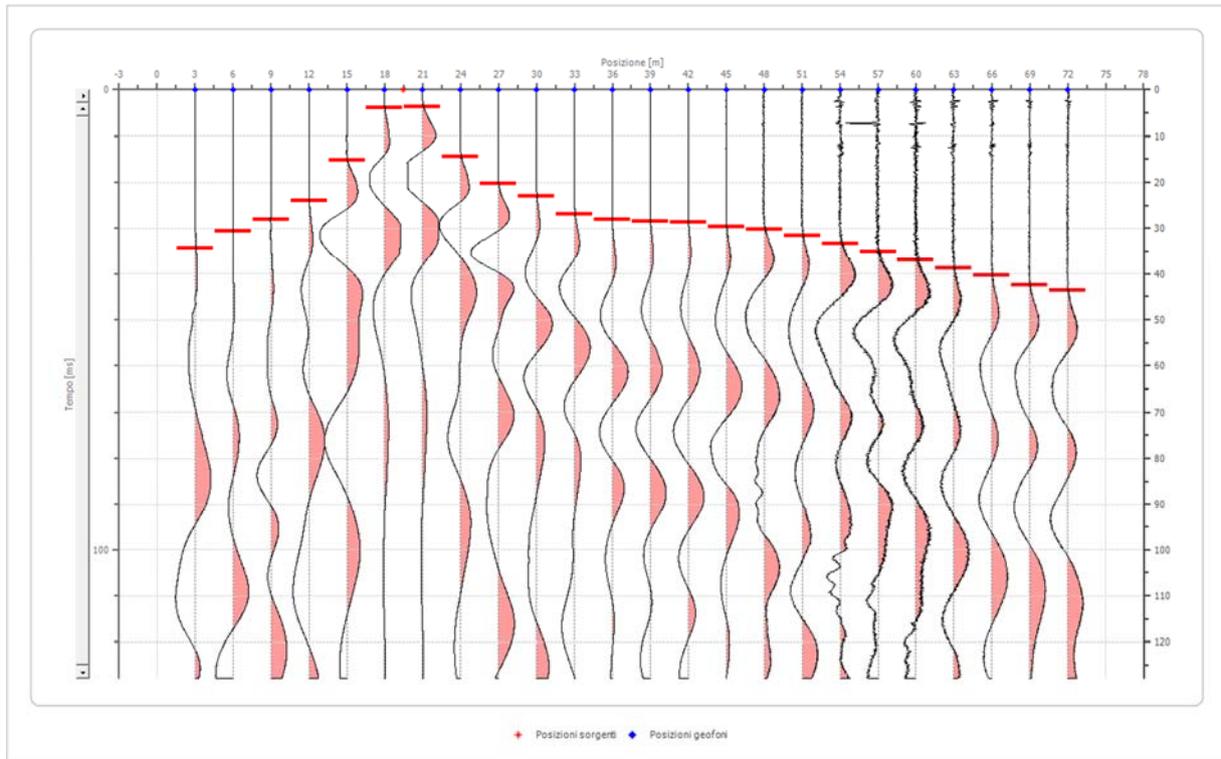
0 [m]  
 8 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
3.0	12.2527
6.0	23.3333
9.0	24.5053
12.0	26.5297
15.0	27.0624
18.0	28.1279
21.0	28.8737
24.0	30.5784
27.0	31.6438
30.0	32.6027
33.0	36.0122
36.0	39.1020
39.0	38.7823
42.0	39.1020
45.0	39.7412
48.0	40.7002
51.0	41.8721
54.0	43.2572
57.0	44.4292
60.0	45.1750
63.0	46.7732
66.0	48.0518
69.0	49.1172
72.0	49.7565

Battuta 2

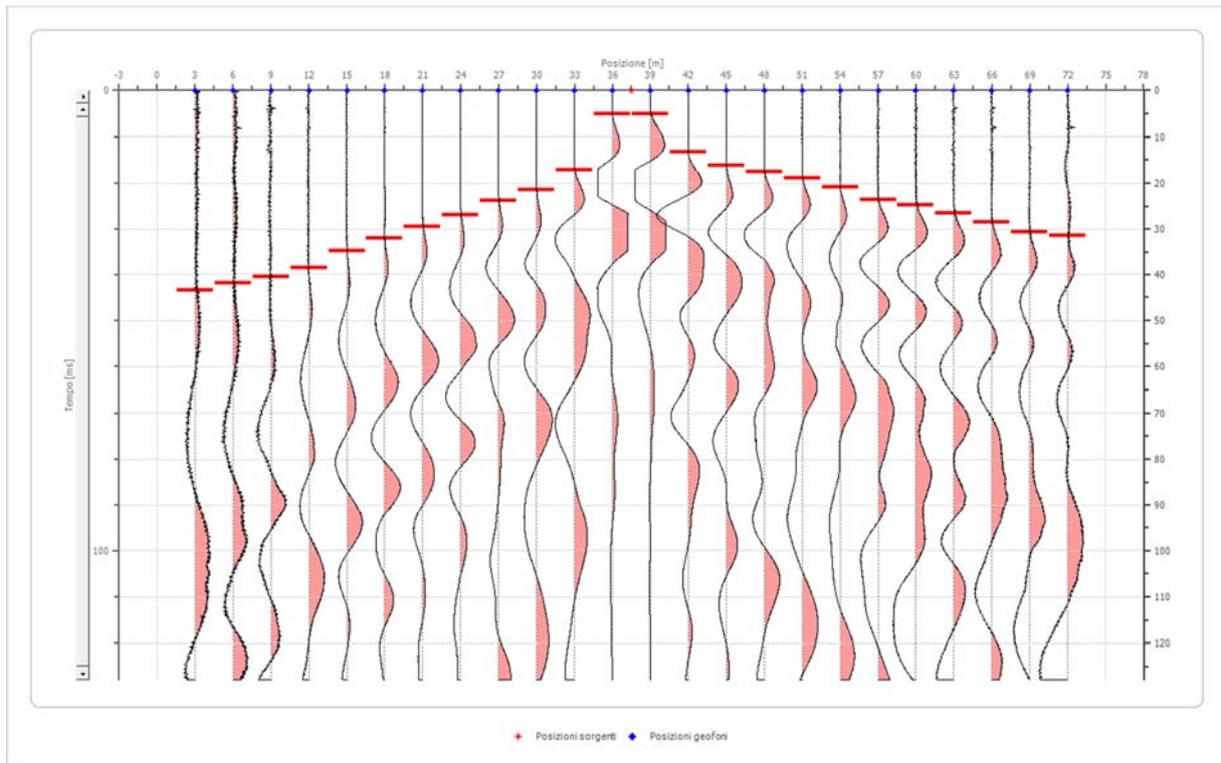
Posizione sorgente X                    20 [m]  
 Posizione sorgente Z                    7 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
3.0	34.2009
6.0	30.6849
9.0	28.0213
12.0	23.9726
15.0	15.1294
18.0	3.9422
21.0	3.6225
24.0	14.4901
27.0	20.2435
30.0	22.9072
33.0	26.9559
36.0	28.1279
39.0	28.4475
42.0	28.6606
45.0	29.6195
48.0	30.1522
51.0	31.5373
54.0	33.2420
57.0	35.1598
60.0	36.9711
63.0	38.6758
66.0	40.2740
69.0	42.5114
72.0	43.6834

Battuta 3

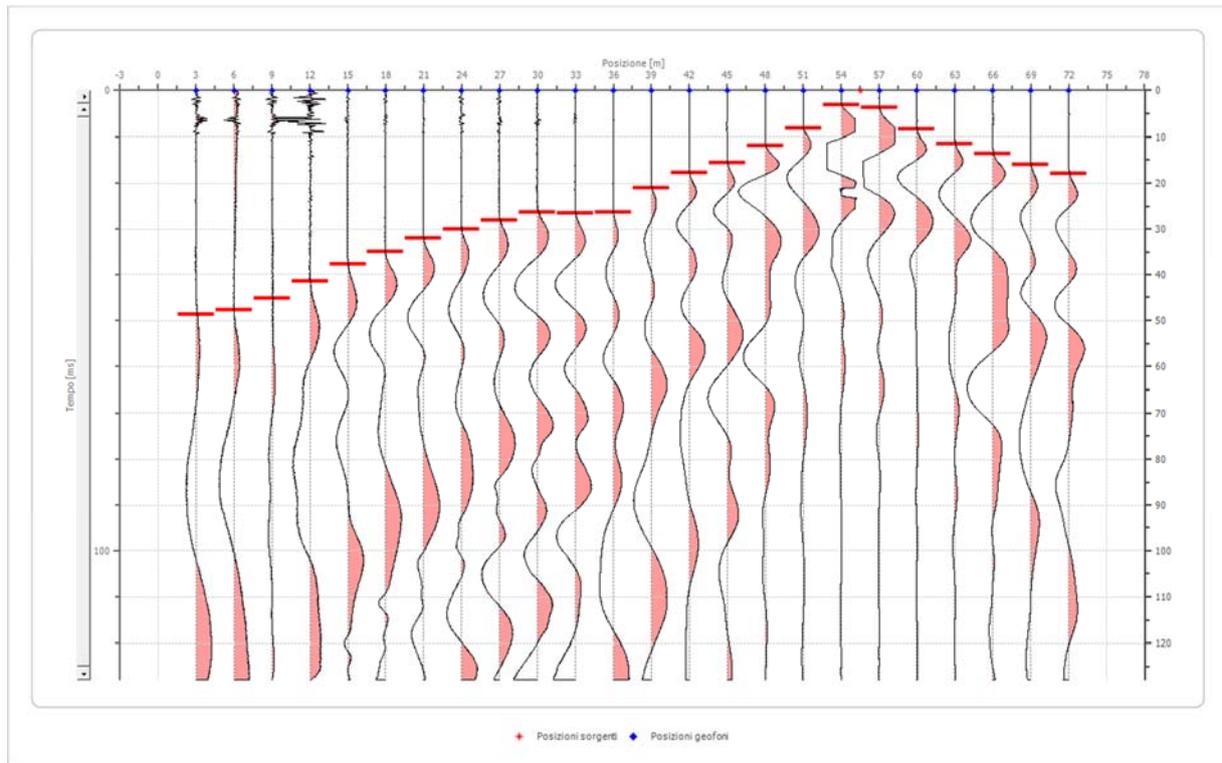
Posizione sorgente X 38 [m]  
 Posizione sorgente Z 5 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
3.0	43.4703
6.0	41.8721
9.0	40.4871
12.0	38.5693
15.0	34.6271
18.0	31.8569
21.0	29.5129
24.0	26.9406
27.0	23.7595
30.0	21.4155
33.0	17.1537
36.0	5.1142
39.0	5.1142
42.0	13.2420
45.0	16.1644
48.0	17.5342
51.0	18.9041
54.0	20.9132
57.0	23.6530
60.0	24.6575
63.0	26.4840
66.0	28.4932
69.0	30.5023
72.0	31.3242

Battuta 4

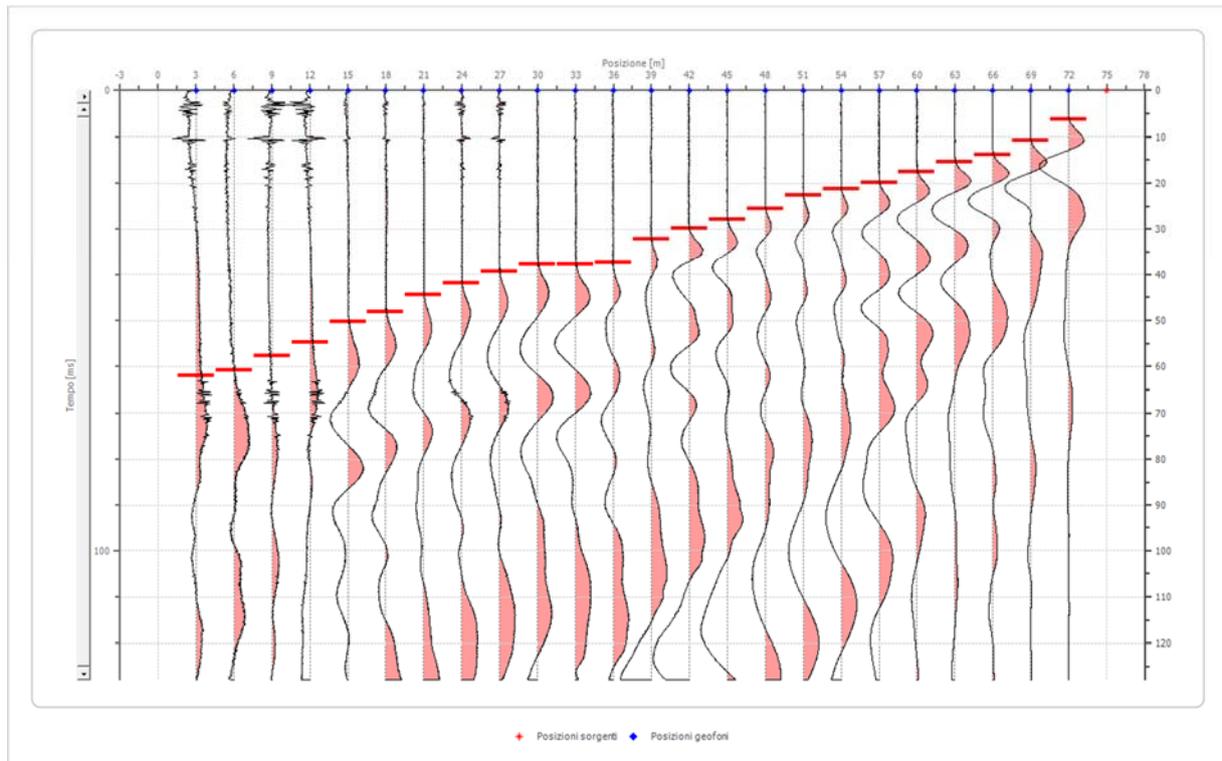
Posizione sorgente X 56 [m]  
 Posizione sorgente Z 3 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
3.0	48.6910
6.0	47.7321
9.0	45.1750
12.0	41.5525
15.0	37.7169
18.0	34.9467
21.0	31.8569
24.0	29.9543
27.0	28.0365
30.0	26.3014
33.0	26.5753
36.0	26.3166
39.0	21.0959
42.0	17.7169
45.0	15.5251
48.0	11.8721
51.0	8.1279
54.0	3.1963
57.0	3.6530
60.0	8.4018
63.0	11.4155
66.0	13.6073
69.0	15.8904
72.0	17.9909

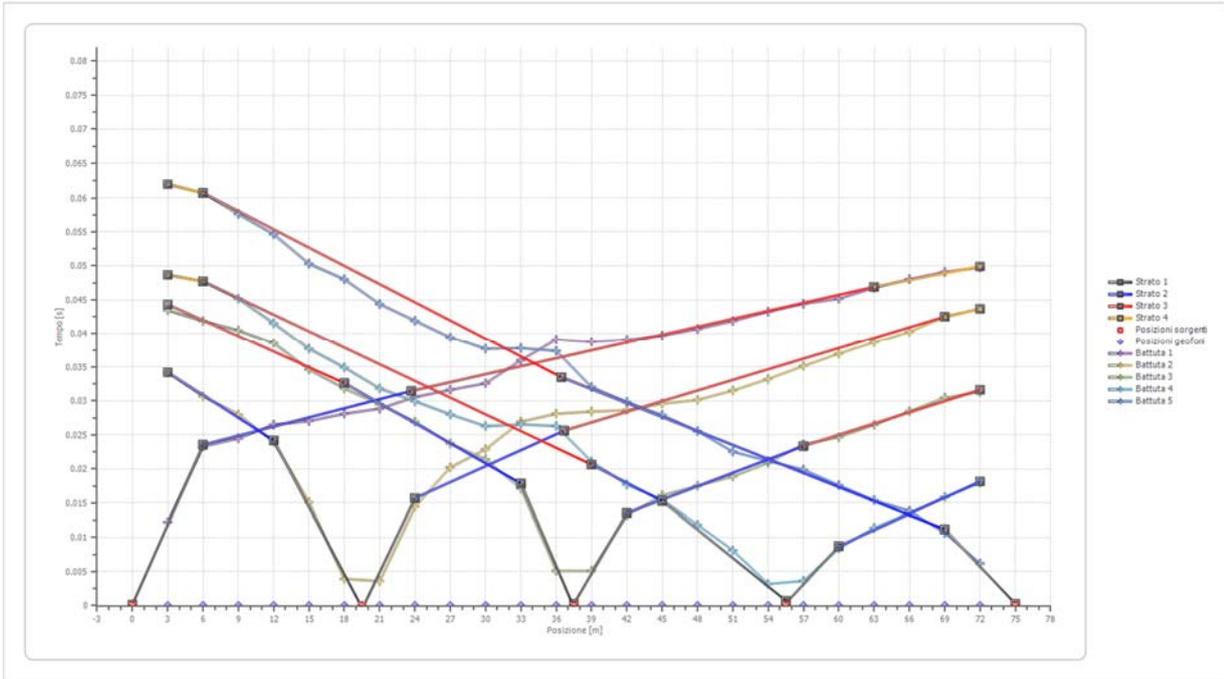
**Battuta 5**

Posizione sorgente X                    75 [m]  
 Posizione sorgente Z                    1 [m]

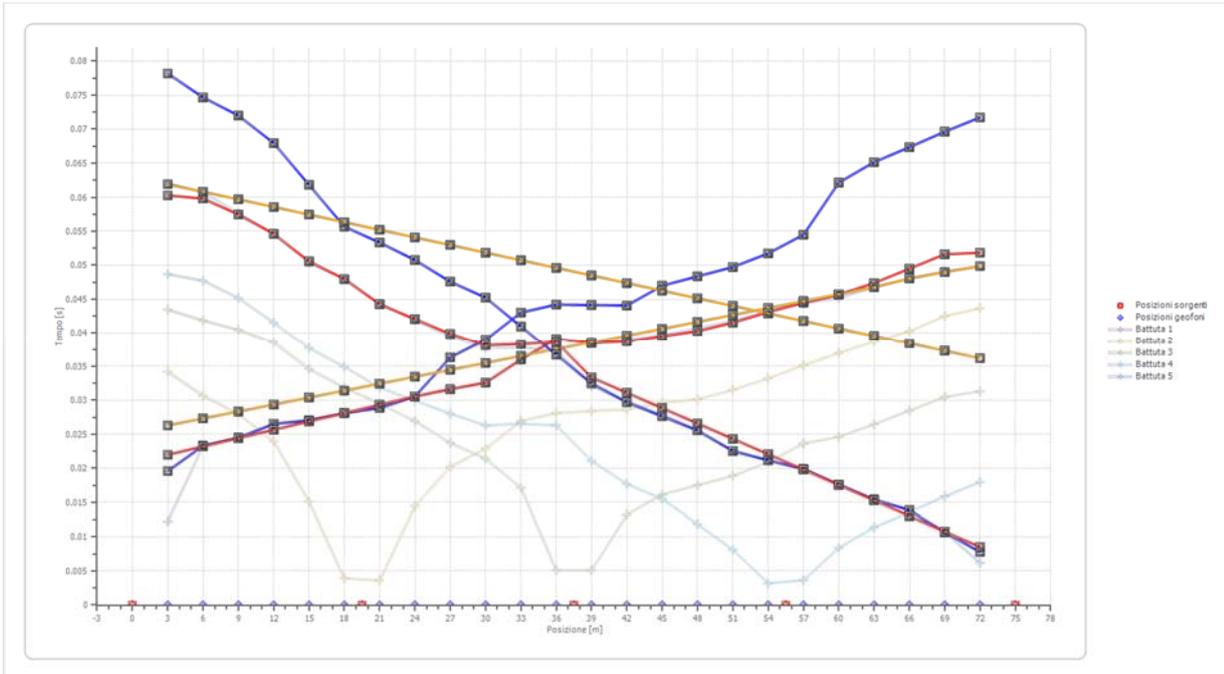


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
3.0	62.0091
6.0	60.7306
9.0	57.6408
12.0	54.6575
15.0	50.3196
18.0	48.0365
21.0	44.3836
24.0	41.9178
27.0	39.4521
30.0	37.7169
33.0	37.8082
36.0	37.3973
39.0	32.0548
42.0	29.8630
45.0	27.9452
48.0	25.5708
51.0	22.5571
54.0	21.1872
57.0	19.9087
60.0	17.6256
63.0	15.4338
66.0	13.8813
69.0	10.6849
72.0	6.2100

*Dromocrone*



*Dromocrone traslate*



*Interpretazione col metodo G,.R.M.*

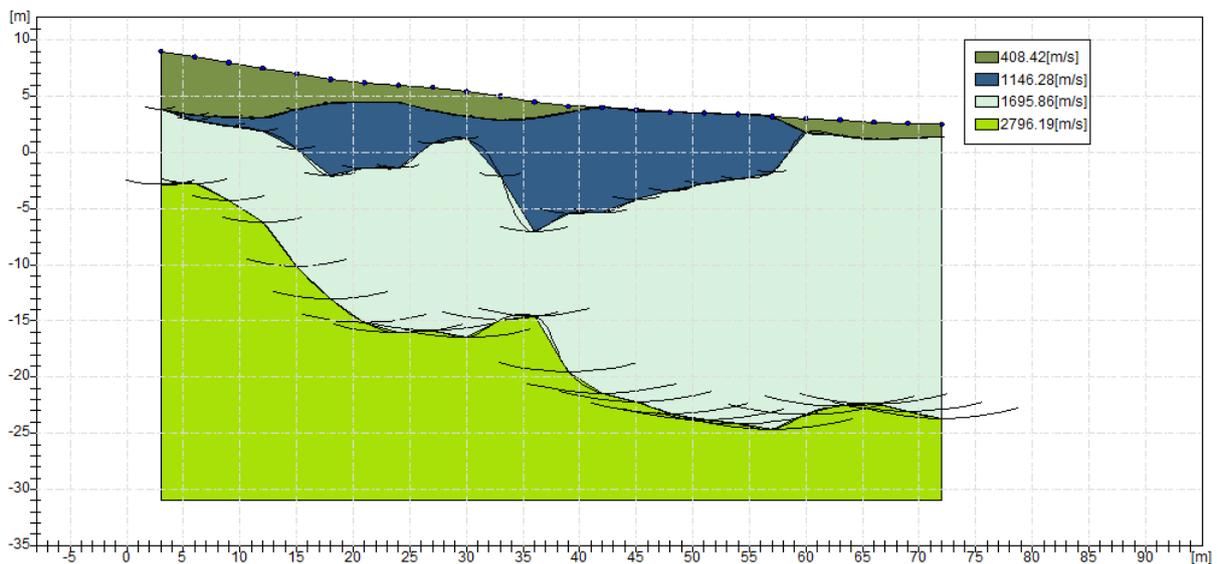
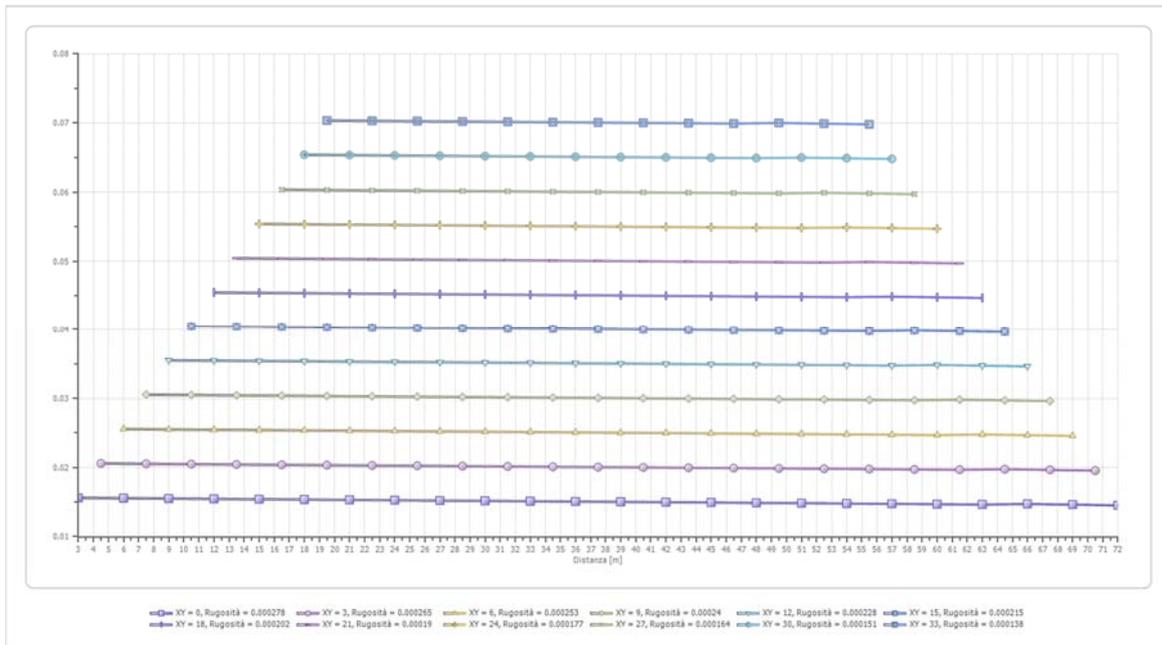
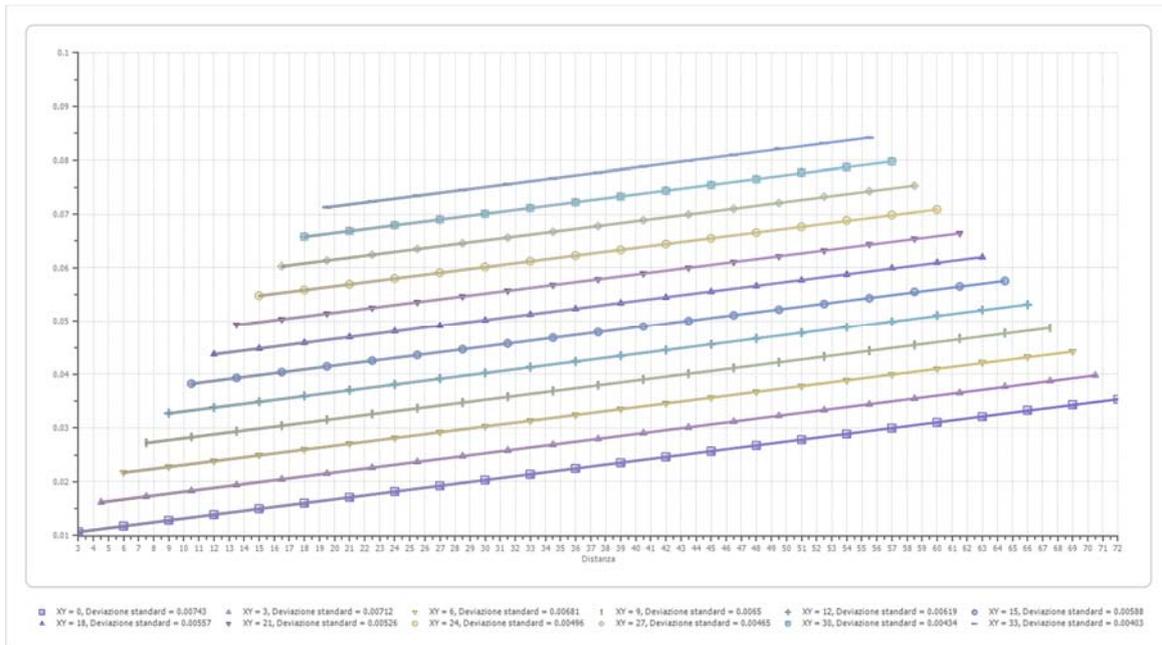
XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3	Strato n. 4
G= 3.0 [m]	5.1	5.1	11.8	--
G= 6.0 [m]	5.2	5.6	11.3	--
G= 9.0 [m]	4.9	5.6	12.3	--
G= 12.0 [m]	4.4	5.6	13.8	--
G= 15.0 [m]	3.2	6.7	17.1	--
G= 18.0 [m]	2.1	8.6	19.5	--
G= 21.0 [m]	1.7	7.6	21.3	--
G= 24.0 [m]	1.6	7.4	22.1	--
G= 27.0 [m]	2.1	5.0	21.7	--
G= 30.0 [m]	2.2	4.2	21.9	--
G= 33.0 [m]	2.1	7.1	19.9	--
G= 36.0 [m]	1.5	11.5	19.0	--
G= 39.0 [m]	0.5	9.5	23.6	--
G= 42.0 [m]	0.0	9.4	25.4	--
G= 45.0 [m]	0.1	8.0	26.0	--
G= 48.0 [m]	0.0	7.1	26.8	--
G= 51.0 [m]	0.0	6.3	27.3	--
G= 54.0 [m]	0.0	5.7	27.6	--
G= 57.0 [m]	0.0	5.0	27.9	--
G= 60.0 [m]	1.2	1.2	26.3	--
G= 63.0 [m]	1.4	1.4	25.5	--
G= 66.0 [m]	1.5	1.5	25.0	--
G= 69.0 [m]	1.3	1.3	25.7	--
G= 72.0 [m]	1.2	1.2	26.2	--
Velocità [m/sec]	408.4	1146.3	1695.9	2796.2
Descrizione				

*Altri parametri geotecnici*

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3	Strato n. 4
Coefficiente Poisson	0.35	0.35	0.35	0.35
Densità [kg/m³]	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00
Vp [m/s]	408.42	1146.28	1695.86	2796.19
Vs [m/s]	196.20	550.65	814.66	1343.25
G0 [MPa]	69.29	545.79	1194.62	3247.77
Ed [Mpa]	300.25	2365.11	5176.67	14073.66
M0 [MPa]	230.96	1819.31	3982.05	10825.89
Ey [Mpa]	187.08	1473.64	3225.46	8768.97

G0: Modulo di deformazione al taglio;  
 Ed: Modulo edometrico;  
 M0: Modulo di compressibilità volumetrica;  
 Ey: Modulo di Young;



## ALLEGATO 3

# VERIFICHE DI STABILITA'

## VERIFICA DI STABILITA' DELLO STATO DI FATTO IN ASSENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE

### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	44,381145/10,817168
Calcolo eseguito secondo	[A2+M1+R2]
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,31 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	67,53 m
Ascissa vertice destro superiore xs	117,87 m
Ordinata vertice destro superiore ys	171,31 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,86	39,81
2	5,84	39,81
3	24,29	44,36
4	31,92	45,31
5	40,85	46,61
6	70,01	49,21
7	97,44	51,06
8	134,62	54,91
9	161,65	57,91
10	192,94	60,26
11	224,75	61,76
12	251,26	61,61
13	268,29	61,31
14	273,38	60,91
15	275,78	60,81
16	281,23	60,81
17	283,36	60,81
18	283,36	62,81
19	283,66	62,81
20	287,78	64,39

### Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,86	38,8
2	5,84	38,8
3	24,29	43,35
4	31,92	44,3
5	40,85	45,6
6	70,01	48,2
7	97,44	50,05

8	134,62	53,9
9	161,65	56,9
10	192,94	59,25
11	224,75	60,75
12	251,26	60,6
13	268,29	60,3
14	273,38	59,9
15	275,78	59,8
16	281,23	59,8
17	283,36	59,8
18	283,36	61,8
19	283,66	61,8
20	287,78	63,38

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	34,78
2	13,49	36,15
3	40,89	41,1
4	72,36	44,3
5	110,25	48,38
6	133,56	48,38
7	161,54	52,46
8	194,15	54,74
9	225,02	55,62
10	243,07	55,62
11	265,88	55,62
12	287,78	57,68

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	23,23
2	56,46	27,72
3	103,16	33,19
4	146,03	38,3
5	193,27	44,49
6	232,13	47,05
7	274,45	47,05
8	287,78	47,05

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coazione efficace	1,25
Coazione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	5	20	22	19.6	21		
2	8	60	24	20.6	22		
3	0	0	30	19	20.8		

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1,97
Ascissa centro superficie	15,88 m
Ordinata centro superficie	70,12 m
Raggio superficie	30,6 m

**xc = 15,88 yc = 70,122 Rc = 30,602 Fs=1,969**

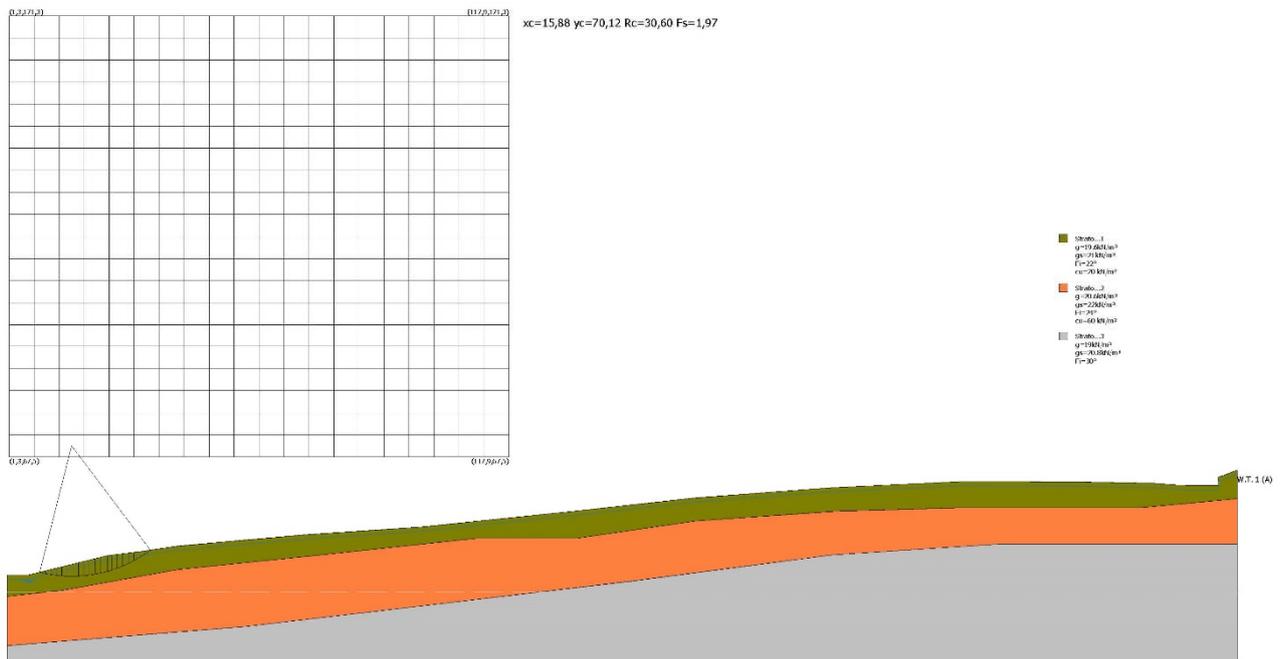
Lambda = 0,177

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1,29	-12,87	1,32	7,95
2	1,29	-10,4	1,31	22,75
3	1,29	-7,95	1,3	36,84
4	1,29	-5,51	1,3	49,62
5	1,29	-3,09	1,29	60,9
6	1,29	-0,67	1,29	70,67
7	1,29	1,75	1,29	78,99
8	1,29	4,17	1,29	85,83
9	1,29	6,6	1,3	91,17
10	1,29	9,04	1,31	94,99
11	1,29	11,5	1,32	97,29
12	1,66	14,34	1,71	125,97
13	0,92	16,85	0,96	68,11
14	1,29	19,03	1,37	89,34
15	1,29	21,61	1,39	80,74
16	1,29	24,23	1,42	70,28
17	1,29	26,92	1,45	57,9
18	1,55	29,95	1,79	50,16
19	1,03	32,77	1,23	20,16
20	1,29	35,41	1,58	9,56

**Sforzi sui conci**

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	1,09	6,13	0,0	0,0	5,33	3,24	0,0
2	3,03	17,12	1,09	6,13	18,48	5,18	0,0
3	5,52	31,21	3,03	17,12	32,06	7,19	0,0
4	8,27	46,71	5,52	31,21	45,17	9,14	0,0
5	11,0	62,15	8,27	46,71	57,25	10,93	0,0
6	13,52	76,34	11,0	62,15	67,99	12,53	0,0
7	15,63	88,3	13,52	76,34	77,2	13,91	0,0
8	17,22	97,27	15,63	88,3	84,67	15,03	0,0
9	18,18	102,69	17,22	97,27	90,24	15,87	0,0
10	18,44	104,15	18,18	102,69	93,78	16,41	0,0
11	17,96	101,47	18,44	104,15	95,26	16,65	0,0
12	16,15	91,2	17,96	101,47	121,27	21,26	0,0
13	14,85	83,87	16,15	91,2	64,31	11,38	0,0
14	12,43	70,24	14,85	83,87	82,3	14,81	0,0
15	9,68	54,67	12,43	70,24	71,9	13,3	0,0
16	6,79	38,35	9,68	54,67	60,03	11,58	0,0

17	4,03	22,77	6,79	38,35	47,03	9,69	0,0
18	1,25	7,07	4,03	22,77	38,04	8,98	0,0
19	0,27	1,5	1,25	7,07	14,77	4,48	0,0
20	0,01	0,03	0,27	1,5	7,15	3,99	0,0



# VERIFICA DI STABILITA' DELLO STATO DI FATTO CON ACCELERAZIONI SISMICHE

## Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	44,381145/10,817168
Calcolo eseguito secondo	[A2+M1+R2]
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

## Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,31 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	67,53 m
Ascissa vertice destro superiore xs	117,87 m
Ordinata vertice destro superiore ys	171,31 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

## Sisma

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,056
Coefficiente azione sismica verticale	0,028

## Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,86	39,81
2	5,84	39,81
3	24,29	44,36
4	31,92	45,31
5	40,85	46,61
6	70,01	49,21
7	97,44	51,06
8	134,62	54,91
9	161,65	57,91
10	192,94	60,26
11	224,75	61,76
12	251,26	61,61
13	268,29	61,31
14	273,38	60,91
15	275,78	60,81
16	281,23	60,81
17	283,36	60,81
18	283,36	62,81
19	283,66	62,81
20	287,78	64,39

## Falda

Nr.	X (m)	y (m)
-----	----------	----------

1	0,86	38,8
2	5,84	38,8
3	24,29	43,35
4	31,92	44,3
5	40,85	45,6
6	70,01	48,2
7	97,44	50,05
8	134,62	53,9
9	161,65	56,9
10	192,94	59,25
11	224,75	60,75
12	251,26	60,6
13	268,29	60,3
14	273,38	59,9
15	275,78	59,8
16	281,23	59,8
17	283,36	59,8
18	283,36	61,8
19	283,66	61,8
20	287,78	63,38

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	34,78
2	13,49	36,15
3	40,89	41,1
4	72,36	44,3
5	110,25	48,38
6	133,56	48,38
7	161,54	52,46
8	194,15	54,74
9	225,02	55,62
10	243,07	55,62
11	265,88	55,62
12	287,78	57,68

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	23,23
2	56,46	27,72
3	103,16	33,19
4	146,03	38,3
5	193,27	44,49
6	232,13	47,05
7	274,45	47,05
8	287,78	47,05

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	5	20	22	19.6	21		
2	8	60	24	20.6	22		
3	0	0	30	19	20.8		

### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,54
Ascissa centro superficie	15,88 m
Ordinata centro superficie	70,12 m
Raggio superficie	30,6 m

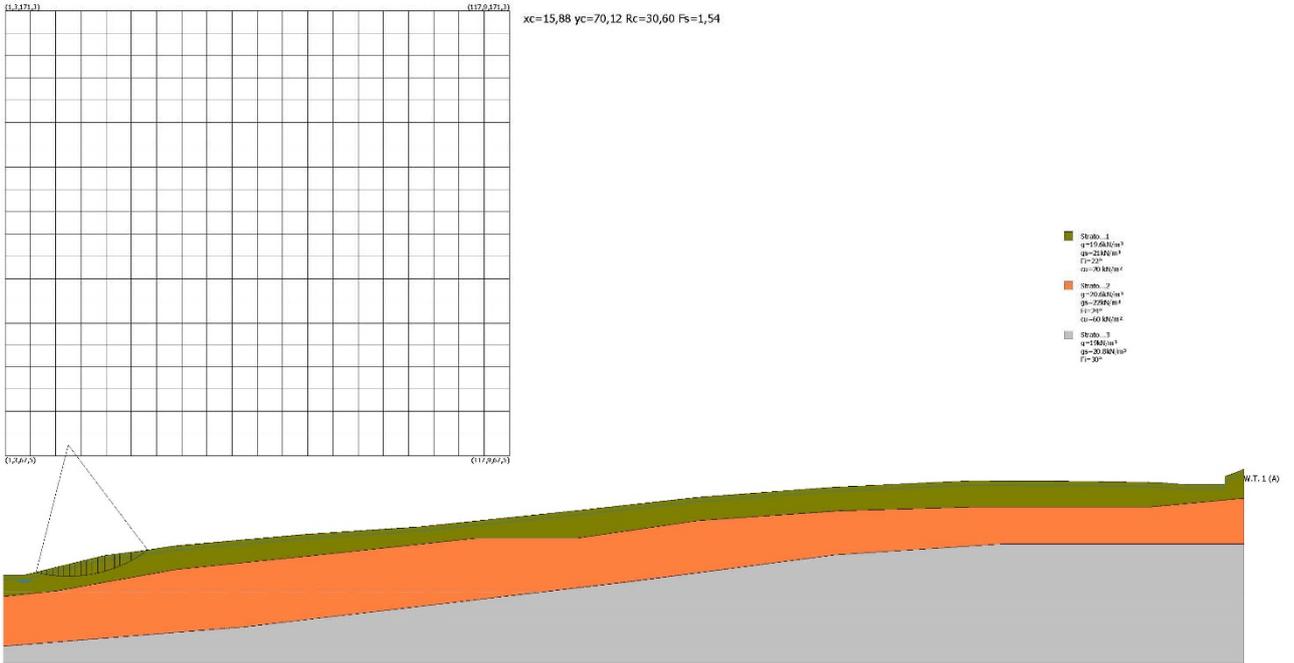
xc = 15,88 yc = 70,122 Rc = 30,602 Fs=1,537  
 Lambda = 0,24

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1,29	-12,87	1,32	7,95
2	1,29	-10,4	1,31	22,75
3	1,29	-7,95	1,3	36,84
4	1,29	-5,51	1,3	49,62
5	1,29	-3,09	1,29	60,9
6	1,29	-0,67	1,29	70,67
7	1,29	1,75	1,29	78,99
8	1,29	4,17	1,29	85,83
9	1,29	6,6	1,3	91,17
10	1,29	9,04	1,31	94,99
11	1,29	11,5	1,32	97,29
12	1,66	14,34	1,71	125,97
13	0,92	16,85	0,96	68,11
14	1,29	19,03	1,37	89,34
15	1,29	21,61	1,39	80,74
16	1,29	24,23	1,42	70,28
17	1,29	26,92	1,45	57,9
18	1,55	29,95	1,79	50,16
19	1,03	32,77	1,23	20,16
20	1,29	35,41	1,58	9,56

### Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	1,75	7,27	0,0	0,0	4,75	4,04	0,0
2	4,68	19,49	1,75	7,27	18,14	6,57	0,0
3	8,34	34,74	4,68	19,49	32,05	9,21	0,0
4	12,3	51,21	8,34	34,74	45,52	11,77	0,0
5	16,18	67,36	12,3	51,21	57,95	14,14	0,0
6	19,68	81,94	16,18	67,36	69,02	16,25	0,0
7	22,57	93,98	19,68	81,94	78,51	18,06	0,0
8	24,67	102,73	22,57	93,98	86,19	19,54	0,0
9	25,85	107,66	24,67	102,73	91,91	20,64	0,0
10	26,03	108,41	25,85	107,66	95,54	21,35	0,0
11	25,18	104,85	26,03	108,41	97,04	21,67	0,0
12	22,36	93,11	25,18	104,85	123,54	27,67	0,0
13	20,47	85,25	22,36	93,11	65,44	14,79	0,0
14	16,98	70,71	20,47	85,25	83,75	19,24	0,0
15	13,07	54,41	16,98	70,71	73,14	17,27	0,0
16	9,03	37,59	13,07	54,41	61,05	15,02	0,0
17	5,23	21,77	9,03	37,59	47,83	12,57	0,0

18	1,45	6,05	5,23	21,77	38,71	11,63	0,0
19	0,22	0,91	1,45	6,05	15,07	5,79	0,0
20	0,01	0,03	0,22	0,91	7,36	5,15	0,0



# VERIFICA DI STABILITA' DELLO STATO DI PROGETTO IN ASSENZA DI ACCELERAZIONI SISMICHE

## Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Calcolo eseguito secondo	[A2+M1+R2]
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

## Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	17,67 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	65,61 m
Ascissa vertice destro superiore xs	132,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	190,69 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

## Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,86	39,81
2	5,84	39,81
3	24,29	44,36
4	31,92	45,31
5	40,85	46,61
6	70,01	49,21
7	81,07	49,95
8	101,64	49,91
9	103,56	50,16
10	141,35	62,64
11	207,05	63,96
12	264,48	63,96
13	274,58	60,86
14	275,78	60,81
15	281,23	60,81
16	283,36	60,81
17	283,36	62,81
18	283,66	62,81
19	287,78	64,39

## Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,86	38,8
2	5,84	38,8
3	24,29	43,35
4	31,92	44,3
5	40,85	45,6
6	70,01	48,2
7	81,07	48,94
8	101,64	48,9
9	103,56	49,15

10	141,35	61,63
11	207,05	62,95
12	264,48	62,95
13	274,58	59,85
14	275,78	59,8
15	281,23	59,8
16	283,36	59,8
17	283,36	61,8
18	283,66	61,8
19	287,78	63,38

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	39,81
2	5,84	39,81
3	24,29	44,36
4	31,92	45,31
5	40,85	46,61
6	70,01	49,21
7	81,07	49,95
8	101,64	49,91
9	103,56	50,16
10	110,33	52,39
11	134,62	54,91
12	161,65	57,91
13	192,94	60,26
14	224,75	61,76
15	251,26	61,61
16	268,29	61,31
17	273,38	60,91
18	275,78	60,81
19	281,23	60,81
20	283,36	60,81
21	283,36	62,81
22	283,66	62,81
23	287,78	64,39

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	34,78
2	13,49	36,15
3	40,89	41,1
4	72,36	44,3
5	110,25	48,38
6	133,56	48,38
7	161,54	52,46
8	194,15	54,74
9	225,02	55,62
10	243,07	55,62
11	265,88	55,62
12	287,78	57,68

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	23,23
2	56,46	27,72
3	103,16	33,19
4	146,03	38,3
5	193,27	44,49
6	232,13	47,05
7	274,45	47,05
8	287,78	47,05

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	2	20	26	17,65	20		
2	5	20	22	19.6	21		
3	8	60	24	20.6	22		
4	0	0	30	19	20.8		

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m <sup>2</sup> )
1	149,03	62,92	169,03	63,32	70
2	180	63,4	200	63,8	70
3	210	64	250	64	70

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1,21
Ascissa centro superficie	112,54 m
Ordinata centro superficie	93,75 m
Raggio superficie	43,6 m

**xc = 112,542 yc = 93,753 Rc = 43,60 Fs=1,207**

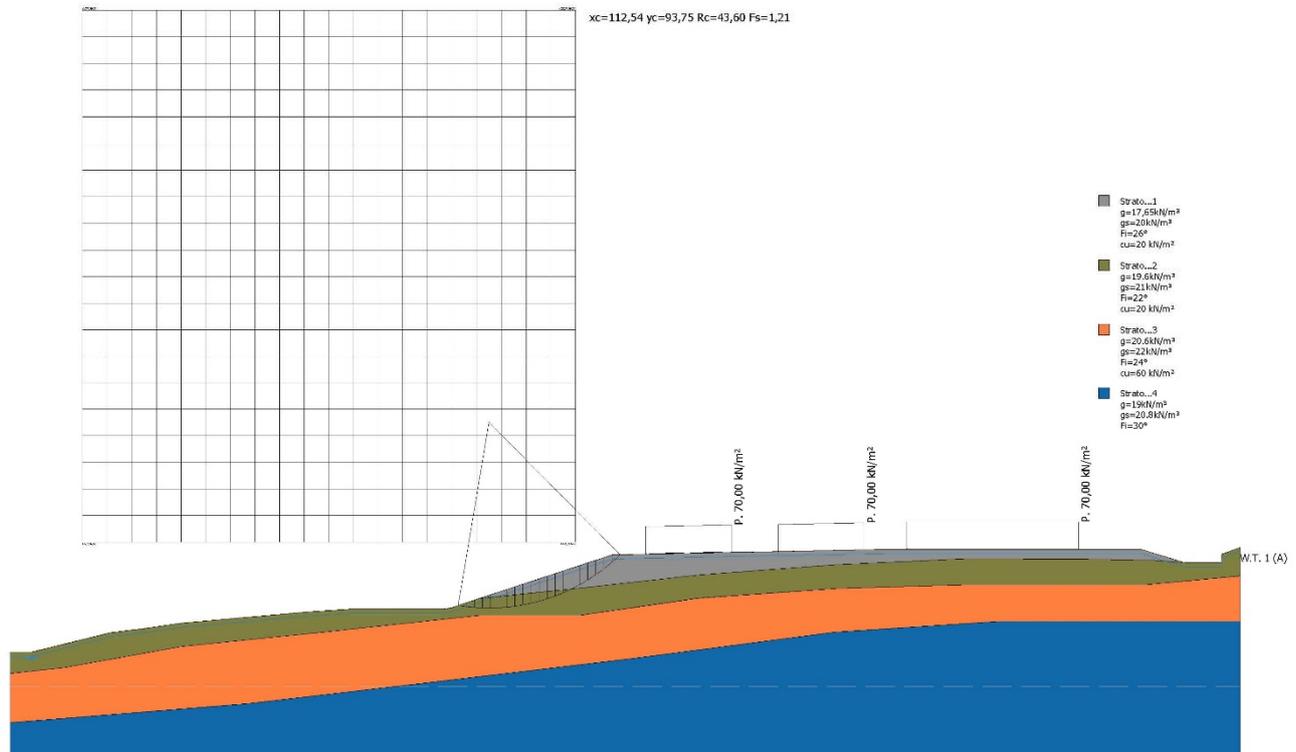
Lambda = 0,291

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1,89	-8,24	1,91	17,0
2	1,89	-5,74	1,9	49,47
3	1,89	-3,24	1,89	80,09
4	1,89	-0,76	1,89	106,11
5	1,89	1,72	1,89	128,64
6	1,89	4,21	1,89	148,36
7	1,89	6,7	1,9	165,13
8	1,89	9,21	1,91	178,59
9	1,89	11,74	1,93	188,72
10	1,89	14,28	1,95	195,34
11	1,89	16,86	1,97	198,4
12	1,89	19,47	2,0	197,8
13	1,89	22,13	2,04	193,27
14	1,89	24,84	2,08	184,66
15	1,89	27,6	2,13	172,51
16	1,89	30,44	2,19	156,5
17	1,89	33,37	2,26	135,65
18	1,89	36,4	2,35	109,54

19	1,89	39,55	2,45	77,44
20	1,89	42,85	2,58	29,44

### Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	4,23	14,57	0,0	0,0	10,55	8,32	0,0
2	11,79	40,56	4,23	14,57	39,1	15,24	0,0
3	21,41	73,65	11,79	40,56	68,48	22,37	0,0
4	31,79	109,36	21,41	73,65	95,25	28,88	0,0
5	41,98	144,42	31,79	109,36	119,45	34,77	0,0
6	51,26	176,35	41,98	144,42	141,05	40,04	0,0
7	59,05	203,13	51,26	176,35	159,4	44,53	0,0
8	64,88	223,17	59,05	203,13	173,74	48,06	0,0
9	68,42	235,36	64,88	223,17	183,79	50,55	0,0
10	69,48	239,01	68,42	235,36	189,18	51,93	0,0
11	67,98	233,86	69,48	239,01	189,81	52,15	0,0
12	63,98	220,1	67,98	233,86	185,67	51,24	0,0
13	57,67	198,37	63,98	220,1	176,7	49,16	0,0
14	49,36	169,81	57,67	198,37	163,12	45,98	0,0
15	40,64	139,8	49,36	169,81	146,7	45,68	0,0
16	30,72	105,69	40,64	139,8	126,18	39,72	0,0
17	20,39	70,12	30,72	105,69	102,36	32,81	0,0
18	10,65	36,64	20,39	70,12	76,14	25,2	0,0
19	2,88	9,9	10,65	36,64	48,68	17,26	0,0
20	0,0	0,0	2,88	9,9	16,96	8,09	0,0



# VERIFICA DI STABILITA' DELLO STATO DI PROGETTO CON ACCELERAZIONI SISMICHE

## Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Calcolo eseguito secondo	[A2+M1+R2]
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

## Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	17,67 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	65,61 m
Ascissa vertice destro superiore xs	132,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	190,69 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

## Sisma

Coefficiente azione sismica verticale	0,028
---------------------------------------	-------

## Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,86	39,81
2	5,84	39,81
3	24,29	44,36
4	31,92	45,31
5	40,85	46,61
6	70,01	49,21
7	81,07	49,95
8	101,64	49,91
9	103,56	50,16
10	141,35	62,64
11	207,05	63,96
12	264,48	63,96
13	274,58	60,86
14	275,78	60,81
15	281,23	60,81
16	283,36	60,81
17	283,36	62,81
18	283,66	62,81
19	287,78	64,39

## Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,86	38,8
2	5,84	38,8
3	24,29	43,35
4	31,92	44,3

5	40,85	45,6
6	70,01	48,2
7	81,07	48,94
8	101,64	48,9
9	103,56	49,15
10	141,35	61,63
11	207,05	62,95
12	264,48	62,95
13	274,58	59,85
14	275,78	59,8
15	281,23	59,8
16	283,36	59,8
17	283,36	61,8
18	283,66	61,8
19	287,78	63,38

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	39,81
2	5,84	39,81
3	24,29	44,36
4	31,92	45,31
5	40,85	46,61
6	70,01	49,21
7	81,07	49,95
8	101,64	49,91
9	103,56	50,16
10	110,33	52,39
11	134,62	54,91
12	161,65	57,91
13	192,94	60,26
14	224,75	61,76
15	251,26	61,61
16	268,29	61,31
17	273,38	60,91
18	275,78	60,81
19	281,23	60,81
20	283,36	60,81
21	283,36	62,81
22	283,66	62,81
23	287,78	64,39

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	34,78
2	13,49	36,15
3	40,89	41,1
4	72,36	44,3
5	110,25	48,38
6	133,56	48,38
7	161,54	52,46
8	194,15	54,74
9	225,02	55,62
10	243,07	55,62
11	265,88	55,62
12	287,78	57,68

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,86	23,23
2	56,46	27,72
3	103,16	33,19
4	146,03	38,3

5	193,27	44,49
6	232,13	47,05
7	274,45	47,05
8	287,78	47,05

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coazione efficace	1,25
Coazione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

### Stratigrafia

Strato	Coazione (kN/m <sup>2</sup> )	Coazione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	2	20	26	17,65	20	
2	5	20	22	19,6	21	
3	8	60	24	20,6	22	
4	0	0	30	19	20,8	

### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m <sup>2</sup> )
1	149,03	62,92	169,03	63,32	70
2	180	63,4	200	63,8	70
3	210	64	250	64	70

### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,2
Ascissa centro superficie	112,54 m
Ordinata centro superficie	93,75 m
Raggio superficie	43,6 m

**xc = 112,542 yc = 93,753 Rc = 43,60 Fs=1,203**

Lambda = 0,291

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1,89	-8,24	1,91	17,0
2	1,89	-5,74	1,9	49,47
3	1,89	-3,24	1,89	80,09
4	1,89	-0,76	1,89	106,11
5	1,89	1,72	1,89	128,64
6	1,89	4,21	1,89	148,36
7	1,89	6,7	1,9	165,13
8	1,89	9,21	1,91	178,59
9	1,89	11,74	1,93	188,72
10	1,89	14,28	1,95	195,34
11	1,89	16,86	1,97	198,4
12	1,89	19,47	2,0	197,8
13	1,89	22,13	2,04	193,27

14	1,89	24,84	2,08	184,66
15	1,89	27,6	2,13	172,51
16	1,89	30,44	2,19	156,5
17	1,89	33,37	2,26	135,65
18	1,89	36,4	2,35	109,54
19	1,89	39,55	2,45	77,44
20	1,89	42,85	2,58	29,44

### Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	4,31	14,83	0,0	0,0	10,9	8,43	0,0
2	12,06	41,45	4,31	14,83	40,23	15,57	0,0
3	21,93	75,41	12,06	41,45	70,42	22,92	0,0
4	32,6	112,08	21,93	75,41	97,92	29,63	0,0
5	43,08	148,11	32,6	112,08	122,79	35,71	0,0
6	52,63	180,93	43,08	148,11	144,99	41,15	0,0
7	60,64	208,46	52,63	180,93	163,85	45,78	0,0
8	66,64	229,09	60,64	208,46	178,6	49,42	0,0
9	70,29	241,64	66,64	229,09	188,93	51,99	0,0
10	71,38	245,41	70,29	241,64	194,47	53,4	0,0
11	69,85	240,14	71,38	245,41	195,12	53,64	0,0
12	65,74	226,01	69,85	240,14	190,87	52,69	0,0
13	59,25	203,68	65,74	226,01	181,65	50,54	0,0
14	50,7	174,32	59,25	203,68	167,69	47,26	0,0
15	41,76	143,58	50,7	174,32	150,83	47,06	0,0
16	31,58	108,59	41,76	143,58	129,74	40,91	0,0
17	20,97	72,09	31,58	108,59	105,25	33,77	0,0
18	10,97	37,71	20,97	72,09	78,29	25,93	0,0
19	2,97	10,22	10,97	37,71	50,05	17,72	0,0
20	0,0	0,0	2,97	10,22	17,41	8,25	0,0

