

Elements Green Demetra S.r.l.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SASSARI 4" CON PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI SASSARI (SS)

Tecnico

dott. Giovanni Paolo OTTOMANELLI

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
V07		RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA	22166	D	
			CODICE ELABORATO		
			DC22166D-V07		
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
00			-	-	
			NOME FILE	PAGINE	
			DC22166D-V07.doc	181 + copertina	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	giugno 23	Emissione	Ottomanelli	Ottomanelli	Ottomanelli
01					
02					
03					
04					
05					
06					

REGIONE SARDEGNA



COMUNE di
SASSARI



STUDIO GEOLOGICO PER MESSA IN OPERA DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Committenza: ELEMENTS GREEN DEMETRA S.R.L.

Località: SP EXSS291 – STR. VICINALE BADDE REBUDDU – SASSARI (SS) - 07100

RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA



GeoTechnology

IL GEOLOGO

Dott. Giovanni Paolo Ottomanelli



DATA: GIUGNO 2023

Rev. 1

SOMMARIO

1. PREMESSA	Pag. 02
2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO	Pag. 04
3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	Pag. 07
4. GEOLOGIA E TETTONICA	Pag. 10
5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO	Pag. 15
5.1 INDAGINI GEOTECNICHE	Pag. 20
5.2 INDAGINI GEOFISICHE	Pag. 25
6. MODELLO GEOLOGICO	Pag. 27
7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	Pag. 28
8. MODELLAZIONE SISMICA	Pag. 32
9. CONCLUSIONI	Pag. 46



1. PREMESSA

Il sottoscritto:

- Geologo Ottomanelli Giovanni Paolo nato a Bari (BA) il 25/08/1980 (C.F. **TTMGNN80M25A662M**) e residente in Bari (BA) alla Via Vito Vittorio Lenoci n° 4, iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Puglia* al n° **877** - sez. A "**Geologi Specialisti**",

con **STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA** avente sede in BARI (BA) alla Via Vittorio Lenoci n° 4, il quale ha eseguito uno studio di carattere geologico - tecnico nel tenimento del Comune di **SASSARI** a corredo del Progetto denominato "**STUDIO GEOLOGICO PER MESSA IN OPERA DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO**" su incarico del committente **ELEMENTS GREEN DEMETRA S.R.L.**

Si è effettuato un primo sopralluogo per constatare lo stato di fatto della zona di studio.

In seguito, sono stati compiuti ulteriori sopralluoghi, sia sull'area interessata dall'intervento che nelle aree adiacenti, allo scopo di ottenere una visione globale del territorio in cui si trova la zona interessata.

Il lavoro, nel rispetto delle **N.T.C. 2018**, ha avuto lo scopo di:

- *definire le condizioni morfologiche, idrogeologiche e tettoniche dell'area;*
- *valutare l'assetto litostratigrafico dell'area;*
- *definire la categoria sismica del sottosuolo secondo le Norme del D.M. 17 gennaio 2018.*

Il lavoro stesso è altresì stato compilato in due fasi distinte e successive:

- nella prima fase è stata effettuata un'analisi geomorfologica, idrogeologica, geologica e tettonica della zona in cui ricade l'area oggetto di studio;
- nella seconda fase è stato realizzato un rilevamento geologico di superficie esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed è stata presenziata, diretta ed interpretata una campagna di indagini geotecniche e geofisiche in situ.

Tutti i risultati desunti dalle indagini effettuate e le relative elaborazioni grafiche, si riportano nel presente fascicolo.

Di seguito si espongono le risultanze di che trattasi e le considerazioni emerse dallo studio effettuato.

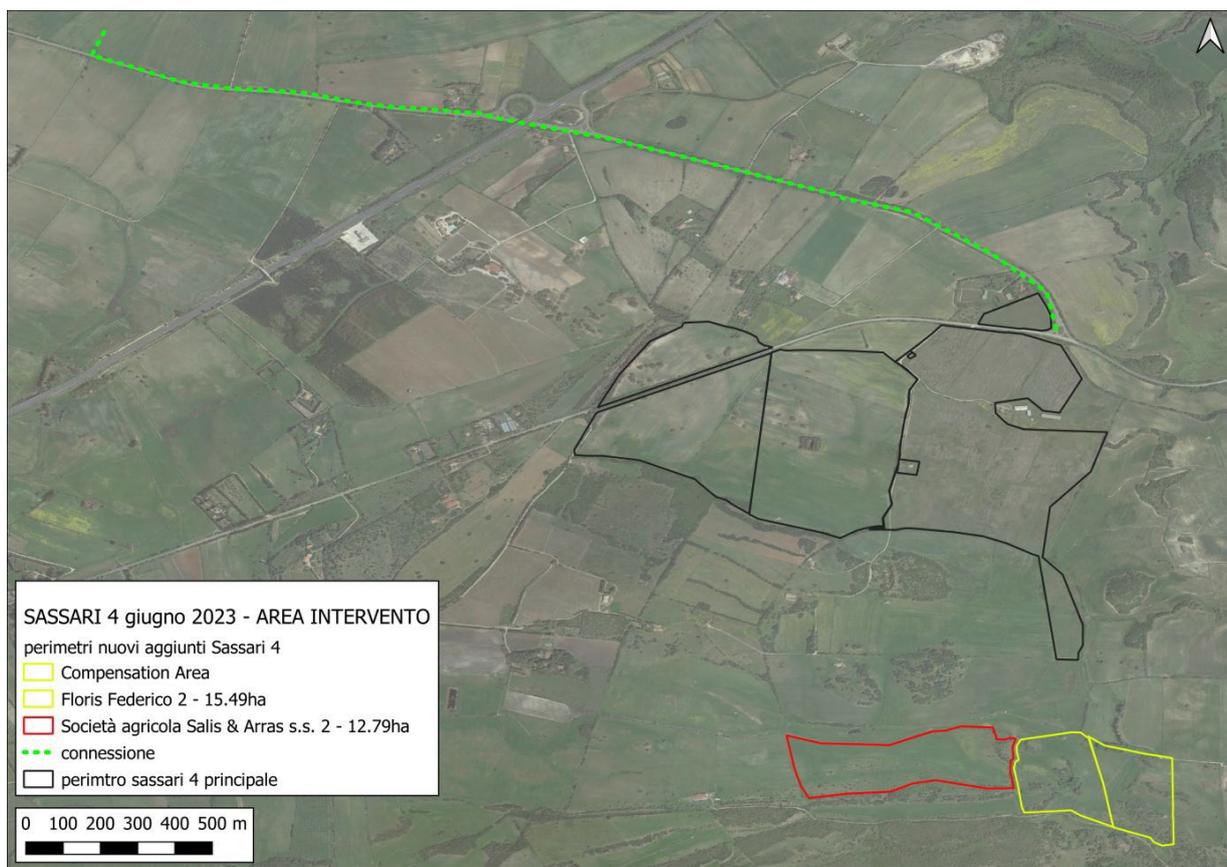


Fig. 1: Immagine satellitare dei lotti considerati.

2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

L'area d'interesse del presente elaborato ricade 10 km ad Ovest del territorio comunale di **SASSARI** ad una quota compresa fra 90 e 66 m s.l.m., cartografata nel Foglio N° 459 "SASSARI" della Carta Geologica D'Italia del progetto CARG in scala 1: 50.000 e nel Foglio 179 "PORTO TORRES" della Carta Geologica D'Italia in scala 1:100:000.

Lo studio geomorfologico, oltre che all'area direttamente interessata dall'opera in oggetto è stato esteso, in modo particolarmente accurato, ad un'ampia area ritenuta significativa ai fini della valutazione dei caratteri geomorfologici rilevanti per la stabilità dell'area stessa.

A **scala regionale** il territorio oggetto ricade nella porzione nord-occidentale della Sardegna in corrispondenza della Fossa Sarda, ad ovest del centro abitato di Sassari, struttura associata ad un sistema di rift su basamento metamorfico.

Alla **meso-scala**, l'area s'impone su di un territorio prevalentemente pianeggiante e talora collinare caratterizzato da una scarsa antropizzazione data dalla posizione isolata rispetto al centro abitato e con una ricca copertura vegetale costituita essenzialmente da arbusti di piccola taglia, cespugliame e terreni agricoli seminativi e di culture intensive.

In dettaglio dal punto di vista morfologico, il sito di progetto è inserito nella piana che si estende ad ovest del centro abitato, dove la morfologia è tabulare con pendenze che non superano i 2°, e talora collinare con pendenze che non superano i 10°, in cui i processi deposizionali ad opera dei

fiumi superano i processi erosivi operati dagli stessi. Infatti, gli elementi geomorfologici di rilevanze presenti nell'area di studio sono gli orli di terrazzo.

Per quel che concerne la **caratterizzazione geomorfologica di dettaglio** del lotto oggetto del presente studio geologico - tecnico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata in una zona pianeggiante, **caratterizzata dall'assenza di qualsiasi fenomeno di dissesto geomorfologico in seno ai terreni in oggetto di questo studio. Tuttavia, si sottolinea la presenza di alcune strutture lungo i pendii con acclività più marcate che potrebbero generare lievi dissesti geomorfologici (cerchio rosso nella Fig. 2)**

Questi dati sono ulteriormente confermati dall'analisi della cartografia allegata al PAI (il cui estratto è riportato in fig.2).

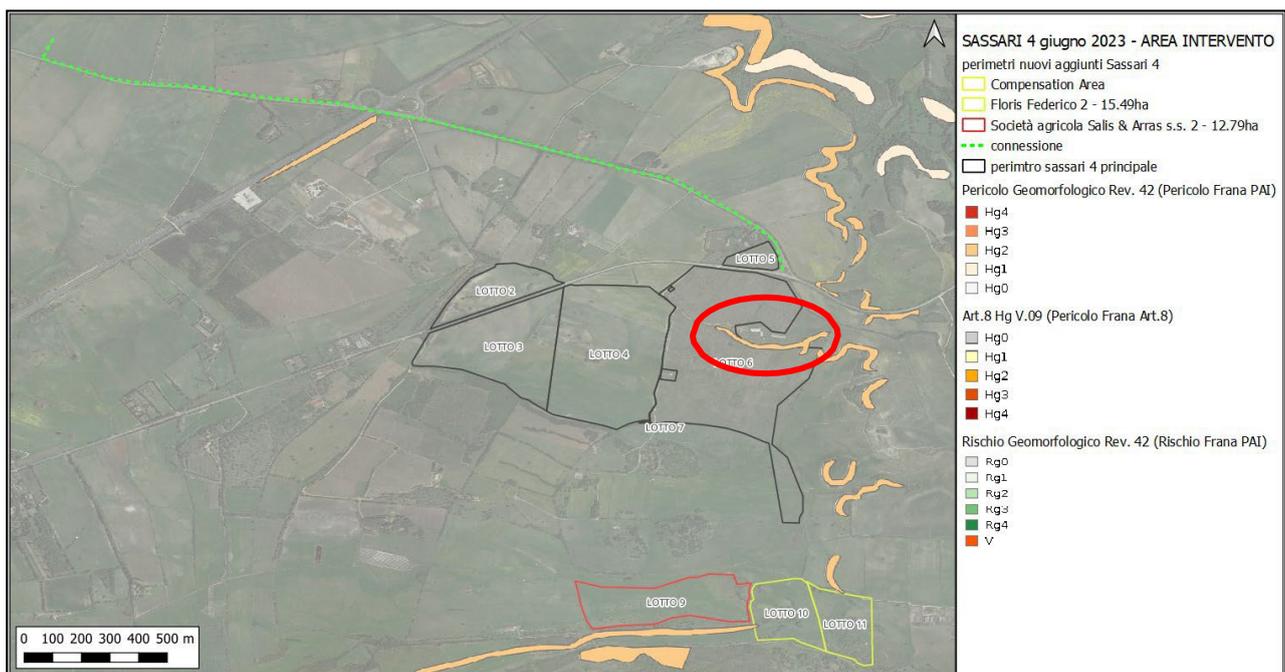


Fig. 2: Stralcio del P.A.I (Piano di Assetto Idrogeologico) RISCHIO e PERICOLOSITÀ DA FRANA secondo l'art. 42 e 8 redatto dalla Regione Autonoma della Sardegna

Detta area risulta **ESCLUSA** da qualsiasi perimetrazione da **RISCHIO FRANA** ad eccezione dell'area del **LOTTO 6** segnalata nella Fig.2 che **RIENTRA** nella perimetrazione di **PERICOLO FRANA Hg2 - MODERATA** definita dal P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico).

Dal punto di vista litologico, l'area oggetto dell'indagine si colloca in un ambiente deposizionale di piana alluvionale all'interno della Fossa Sarda caratterizzata dalla presenza di depositi terrigeni legati alla gravità, da depositi carbonatici lacustri e marini e depositi vulcanici con la presenza di rioliti e riodaciti come evidenziato anche dalla **Carta Geolitologica di Dettaglio** redatta dalla **Regione Autonoma della Sardegna (Fig.3)**

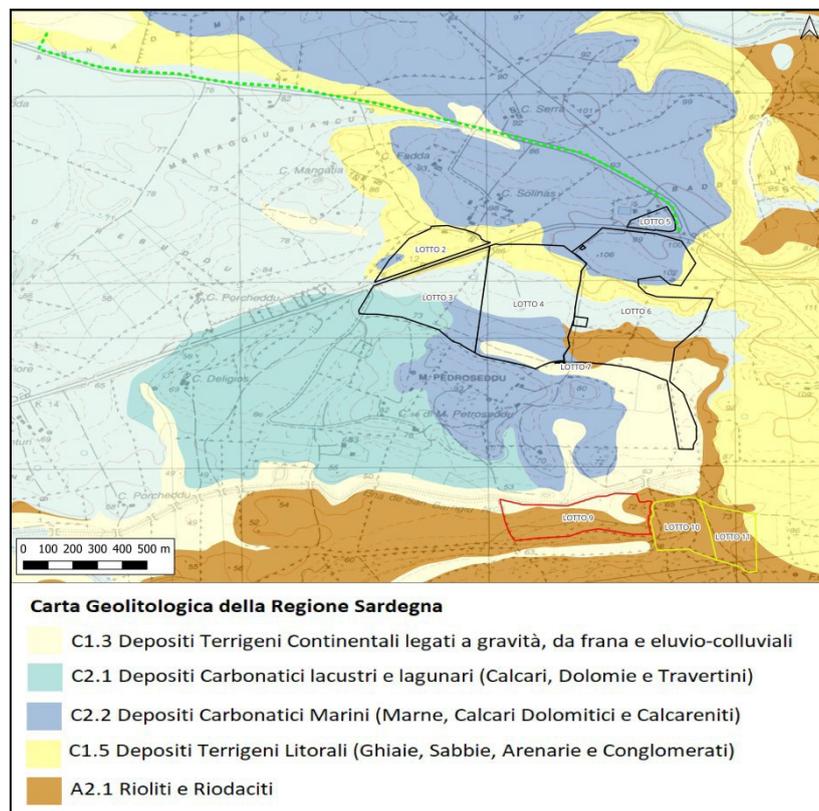


Fig. 3: Carta Litologica di dettaglio redatta dalla Regione Autonoma della Sardegna.

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

L'area di studio, **da punto di vista idrografico** risulta caratterizzata dalla presenza di una fitta rete di canali di scolo adibiti alla regimentazione delle acque di ruscellamento finalizzate per lo più ad un uso agricolo. Circa 2 km a est dall'area di ubicazione delle indagini scorre il Rio Mannu, con andamento pressoché meandriforme data la scarsa pendenza della piana in cui si colloca e la cui portata risulta influenzata in modo particolare dalle precipitazioni. Data la distanza del fiume dall'area interessata dalle indagini, essi non costituiscono fonte di criticità in relazione a possibili fenomeni di esondazione che si instaurano in concomitanza di importanti eventi meteorici.

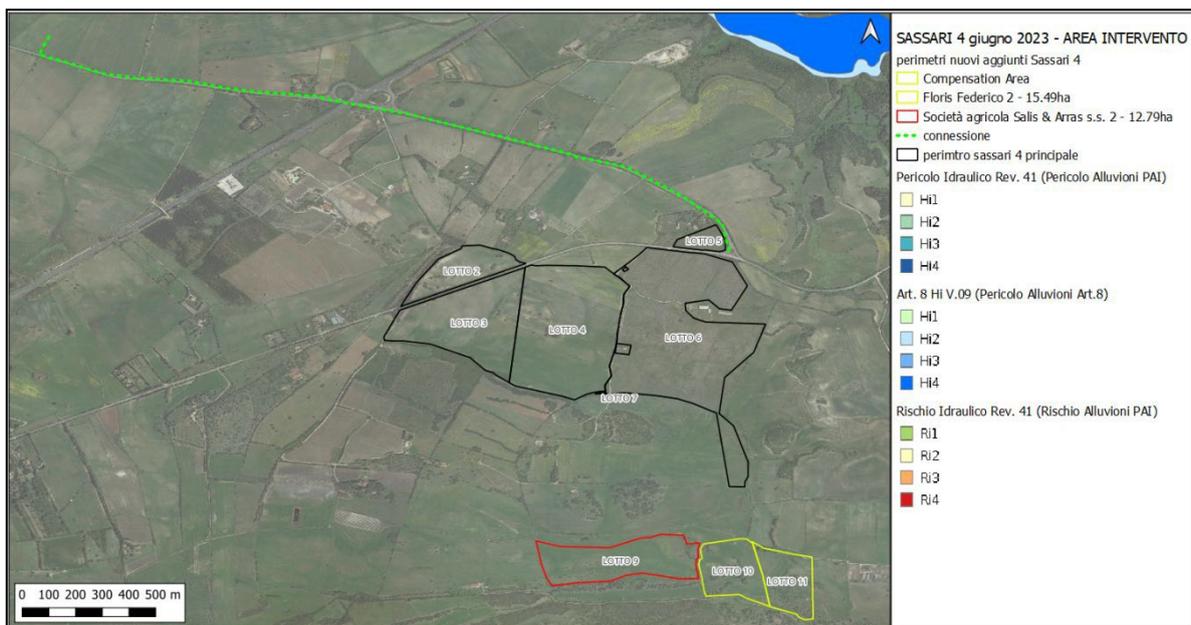


Fig. 4: Stralcio del P.A.I (Piano di Assetto Idrogeologico) RISCHIO e PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE secondo l'art. 41 redatto dalla Regione Autonoma della Sardegna

L'area d'indagine risulta **ESCLUSA** da qualsiasi perimetrazione di **Pericolosità e Rischio Alluvione** presentate dal **Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI)** dell'**Autorità di Bacino della Regione Autonoma della Sardegna** di cui di seguito si riporta lo stralcio riferito alla zona di ubicazione delle indagini.

Dal punto di vista Idrogeologico, l'area di studio rientra all'interno del complesso di successioni carbonatiche del Mesozoico, della Nurra, che rappresentano anche il principale acquifero della zona di interesse. Questa presenta una permeabilità media di tipo secondaria, per fratturazione e carsismo ed ospita un acquifero di notevole interesse che alimenta numerosi pozzi ad uso irriguo, industriale e potabile. La direzione di flusso negli acquiferi carbonatici è controllata dalle caratteristiche strutturali della zona e dai processi di alterazione. Da quanto evidenziato nella carta Idrogeologica sotto riportata la direzione principale del flusso negli acquiferi carbonatici risulta verso NE nella Nurra Settentrionale e verso SE nella Nurra Meridionale.

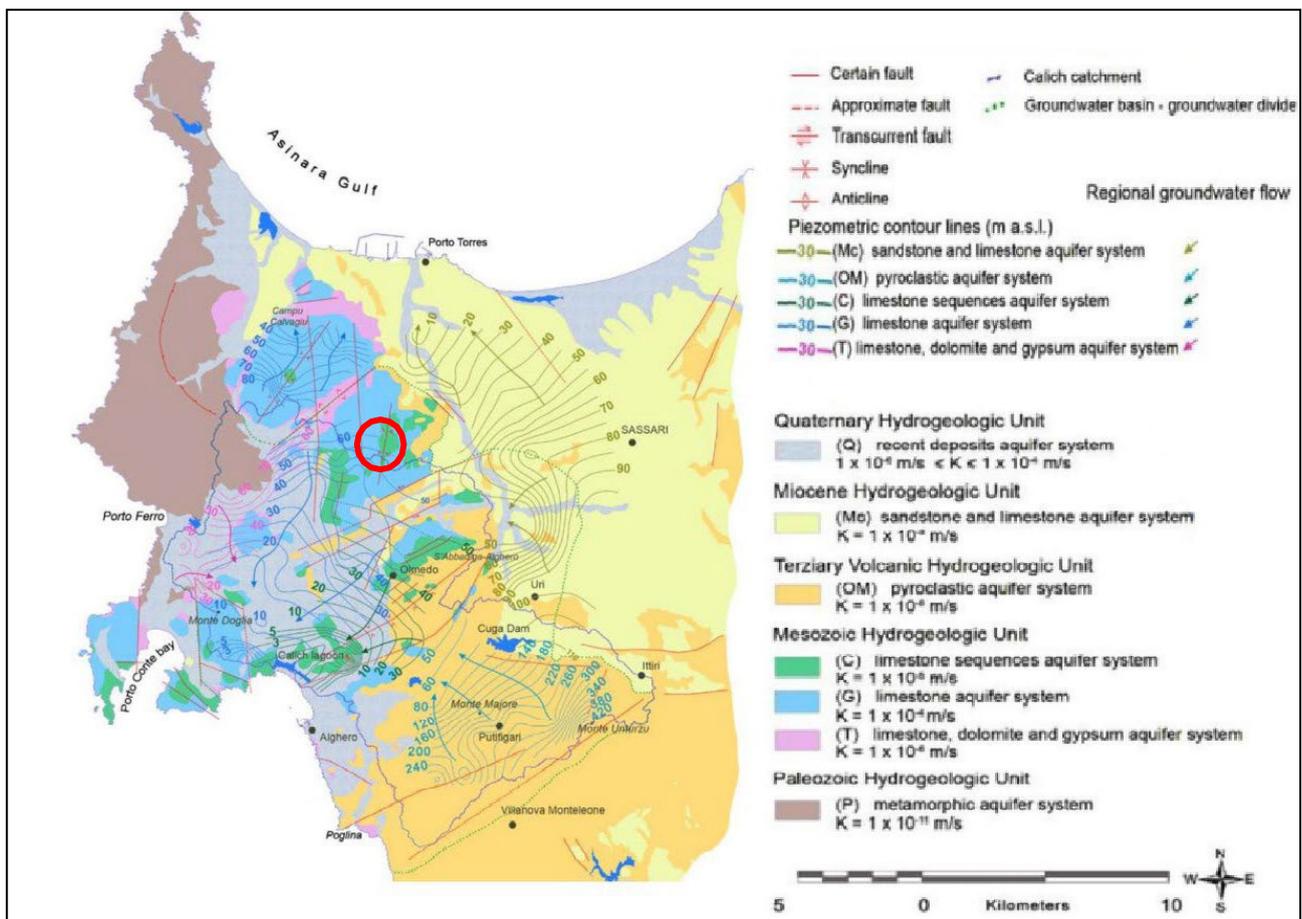


Fig. 5: Mappa Idrogeologica e di Conducibilità Idraulica (K) (Ghiglieri et al., 2009) – In Verde (C), Azzurro (G) e Rosa (T) i Sistemi Acquiferi dell'Unità Idrogeologica Mesozoica

La permeabilità relativa dei terreni affioranti in generale è ricavata da alcune principali caratteristiche macroscopiche delle singole rocce o delle terre, ovvero: *porosità, granulometria, gradazione (per le terre), stato fratturazione e carsismo (per le rocce) e assetto stratigrafico - strutturale.*

A tal proposito, per l'area d'indagine, è stata individuata **2 classe di permeabilità prevalente:**

- 1. Classe a permeabilità *alta*:** Comprende le rocce caratterizzate da un buon grado di permeabilità di tipo primario come, ad esempio, i depositi fluvio-lacustri quaternari.
- 2. Classe a permeabilità *elevata*:** Comprende i litotipi che presentano una permeabilità secondaria dovuta a fratturazione e che permettono un'alta capacità di infiltrazione e circolazione sotterranea.



4. GEOLOGIA E TETTONICA

Il territorio comunale di Sassari occupa il quadrante nord-occidentale dell'Isola. Questo settore settentrionale, nel periodo tra l'Oligocene superiore ed il Tortoniano-Messiniano, è stato sede di importanti eventi tettonici e di una diffusa attività vulcano-sedimentaria che si è manifestata in diversi bacini, in parte coalescenti, fra loro differenziati in quanto caratterizzati da due differenti orientazioni strutturali e da differenti evoluzioni tettono-sedimentarie.

Tali bacini costituiscono quello che viene tradizionalmente definito come Fossa sarda (“Rift sardo”), interpretata come un lineamento tettonico orientato N-S, che attraversa tutta l'Isola, legato ad un'estensione crostale orientata E-W avvenuta durante la rotazione del Blocco sardo-corso (Oligocene superiore).

Nella successione stratigrafica è possibile distinguere tre sequenze deposizionali:

- *Sequenza 1*: Burdigaliano superiore – Langhiano;
- *Sequenza 2*: Serravalliano – Tortoniano-Messiniano;
- *Sequenza 3*: Messiniano superiore.

L'evoluzione sedimentaria nella Sardegna Settentrionale è caratterizzata da numerosi cicli trasgressivo-regressivi, fra loro alternati. Durante il Burdigaliano superiore – Langhiano l'innalzamento del livello del mare porta alla deposizione della Sequenza 1, dove, in successione verticale, ai depositi continentali, prevalentemente sabbiosi, seguono depositi marini di piattaforma prossimale (calcarei algali) e distale (marne).

La caduta del livello del mare nel Langhiano superiore-Serravalliano inferiore è responsabile dell'accentuata erosione dei depositi della Sequenza 1. In questa fase si sviluppano profonde valli incise (100 m). Nel successivo periodo di risalita del livello del mare si deposita la Sequenza 2.

Lungo il margine del bacino si sviluppano sistemi deltizi (*Ploaghe*) mentre, al margine della piattaforma (*Florinas*) si depositano le sabbie quarzoso-feldspatiche che vanno a colmare le valli

precedentemente formatesi. Nel Serravalliano inferiore, a seguito di un'ulteriore trasgressione, si forma una vasta piattaforma carbonatica.

Nel Messiniano la caduta del livello del mare porta alla formazione, lungo tutto il margine della piattaforma, di numerose valli. Dal punto di vista stratigrafico il complesso sedimentario miocenico è delimitato al tetto dalle litologie continentali quaternarie, e alla base dalle vulcaniti del ciclo "calcalcalino" databile all'Oligocene-Miocene.

In dettaglio, dalle figure successive (*Figg. 6 e 7*) è possibile osservare come le principali unità deposizionali presenti nell'area di studio siano depositi di arenarie e conglomerati su un substrato di calcari, calcareniti e talora anche piroclastiti.



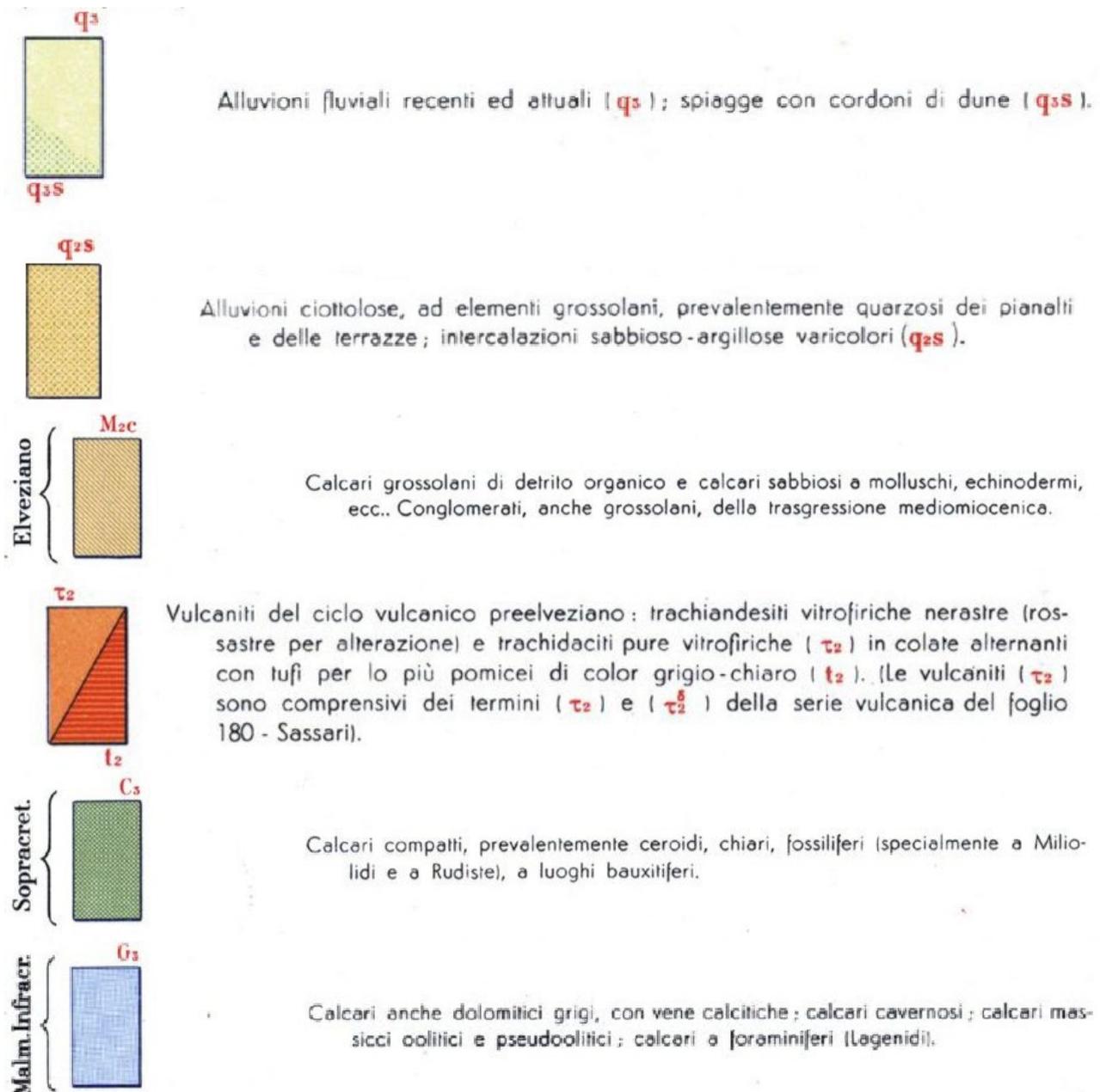
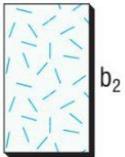
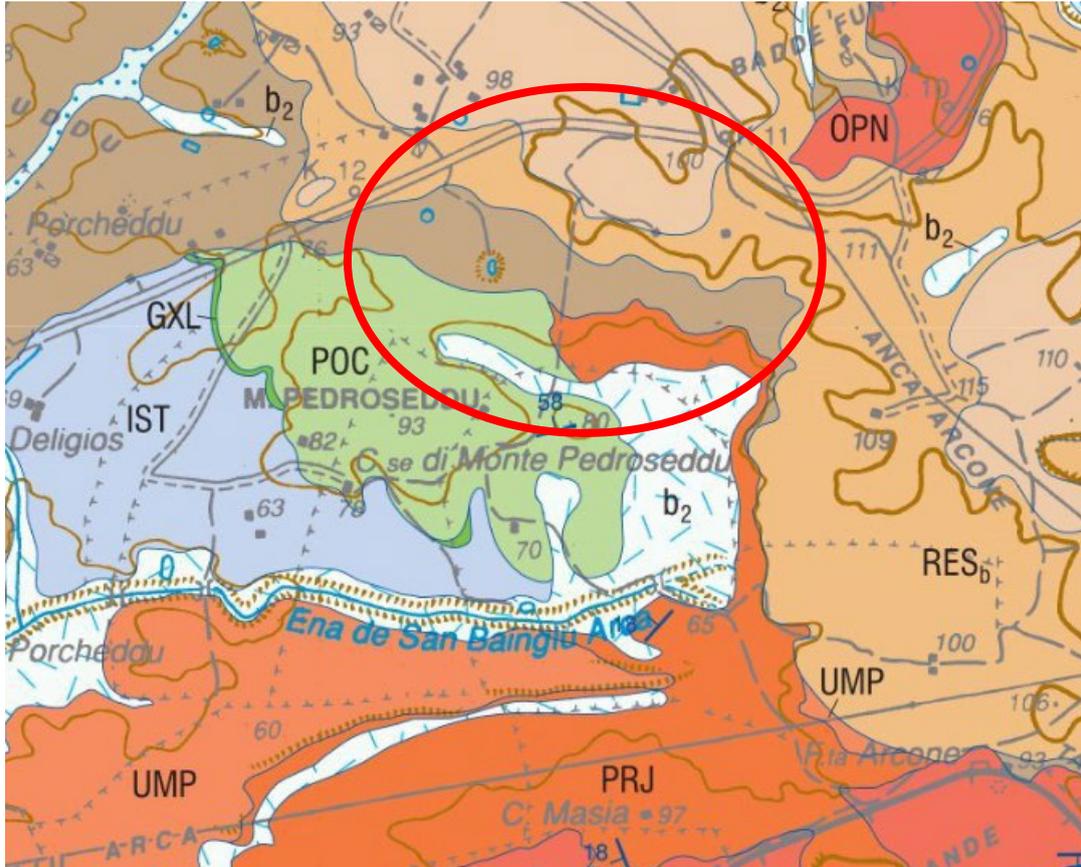


Fig. 6: stralcio del F.179 "Porto Torres" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.



Coltri eluvio-colluviali

Sabbie limo-argillose con clasti detritici medio-fini, massive, più o meno intensamente pedogenizzate. Spessore: 1-3 m.

OLOCENE

FORMAZIONE DI MORES

Calcareniti e calciruditi algali sovente clinostratificati, con echinidi (*Amphiope hollandei*, *Clypeaster intermedius*, *Echinolampas* sp.) e bivalvi (*Pecten* sp.), subordinati calcari biohermali a coralli, spessore variabile fino a 40-50 m (RES_a); arenarie e conglomerati da grigi a beige, ad elementi di quarzo, metamorfiti, vulcaniti e calcari mesozoici, localmente con intercalazioni carbonatiche, con fossili di echinidi, bivalvi e più raramente coralli, spessore variabile fino a 30-40 m (RES_b); livelli conglomeratici in genere di debole spessore (2-3 m), alla base dei depositi carbonatici, con clasti prevalentemente di vulcaniti e quarzo, e subordinati depositi di argille di debole spessore (RES_c); arenarie a forte componente vulcanica, grigiastre, grossolane, talvolta molto fossilifere con echinidi, bivalvi e più spesso macroforaminiferi (*Heterostegina*), e conglomerati a ciottoli e blocchi di andesite in scarsa matrice sabbiosa sempre di natura vulcanica, a volte con cemento carbonatico, spessore variabile da pochi metri a circa 40 m (RES_d).

BURDIGALIANO SUP.

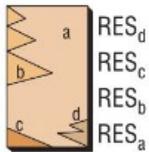




Fig. 7: stralcio del F.459 "Sassari" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.



5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DI DETTAGLIO DELL'AREA

Per la ricostruzione delle caratteristiche **geologiche, geotecniche e geofisiche** di dettaglio del lotto interessato dal Progetto di cui in oggetto è stato eseguito un rilevamento geologico esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse, ed una campagna di indagini geotecniche e geofisiche in sito.

Le **indagini geotecniche in sito** sono consistite in:

- **n. 14 prove penetrometriche dinamiche (DPM)**, *spinte fino a profondità comprese tra -1.00 e -3.90 m dal piano campagna.*

Le **indagini geofisiche in sito** sono infine consistite in:

- **n. 9 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine MASW**, necessaria per la **misurazione del valore delle V_{seq}** , allo scopo di classificare il suolo di fondazione secondo i criteri imposti dalle **N.T.** vigenti.

Le **indagini geochimiche in laboratorio** sono consistite in:

- **n. 14 punti di campionamento con il prelievo di complessivi 42 campioni** finalizzati alla caratterizzazione delle matrici TERRENO E TERRENO – TOP SOIL, MIDDLE – SOIL E FONDO FORO.

La **corretta ubicazione delle indagini** è riportata, di seguito, nelle **Fig. 8-15**.

FIG. 8 - LOTTO 2

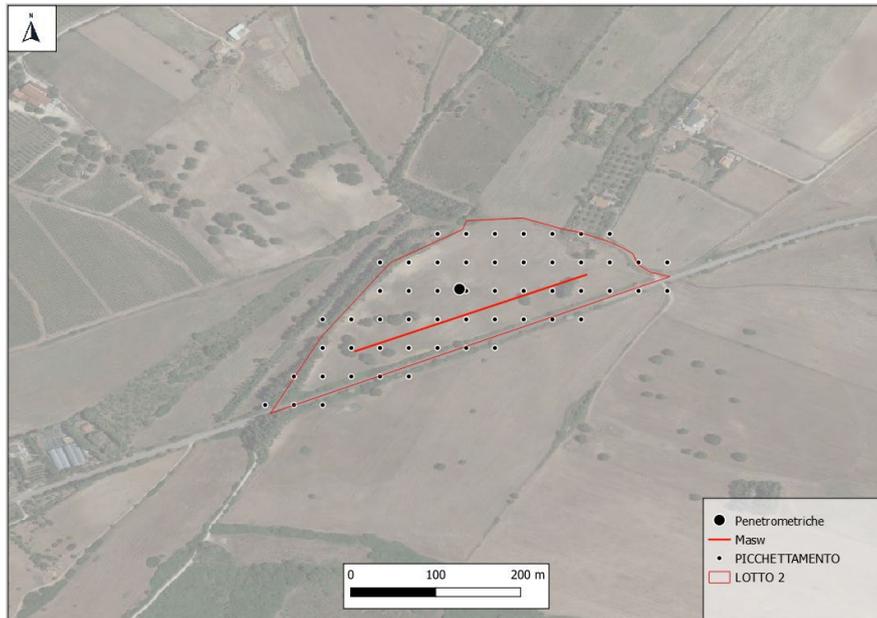


FIG. 9 - LOTTO 3

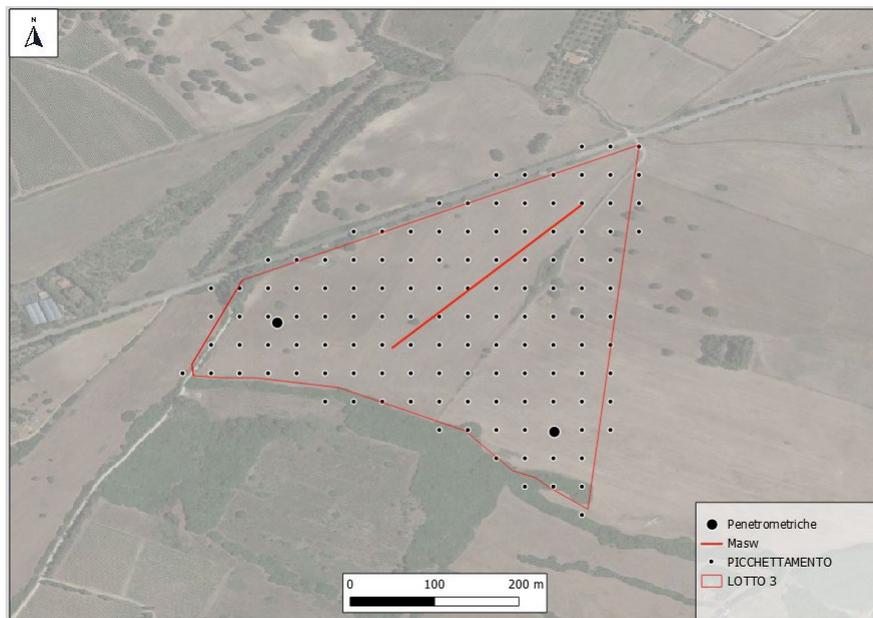


FIG. 10 - LOTTO 4

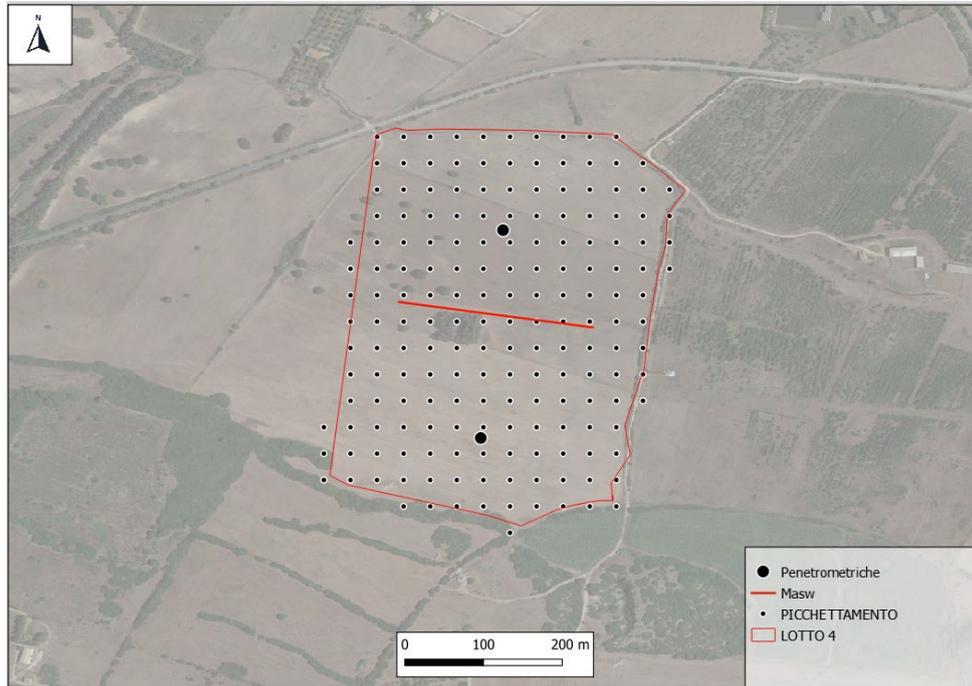


FIG. 11 - LOTTO 5

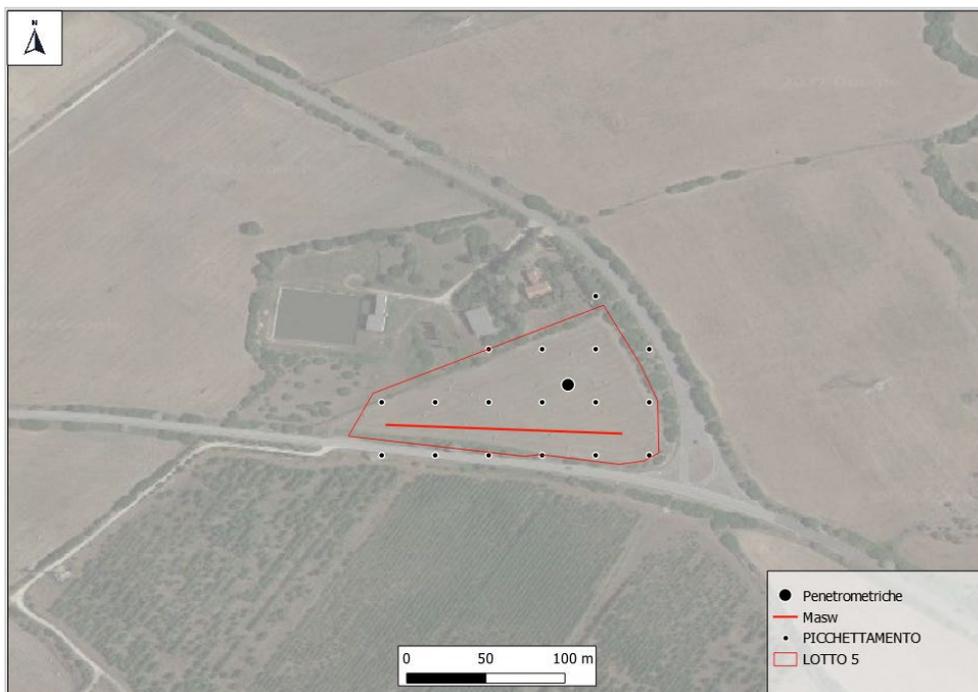


FIG. 12 - LOTTO 6

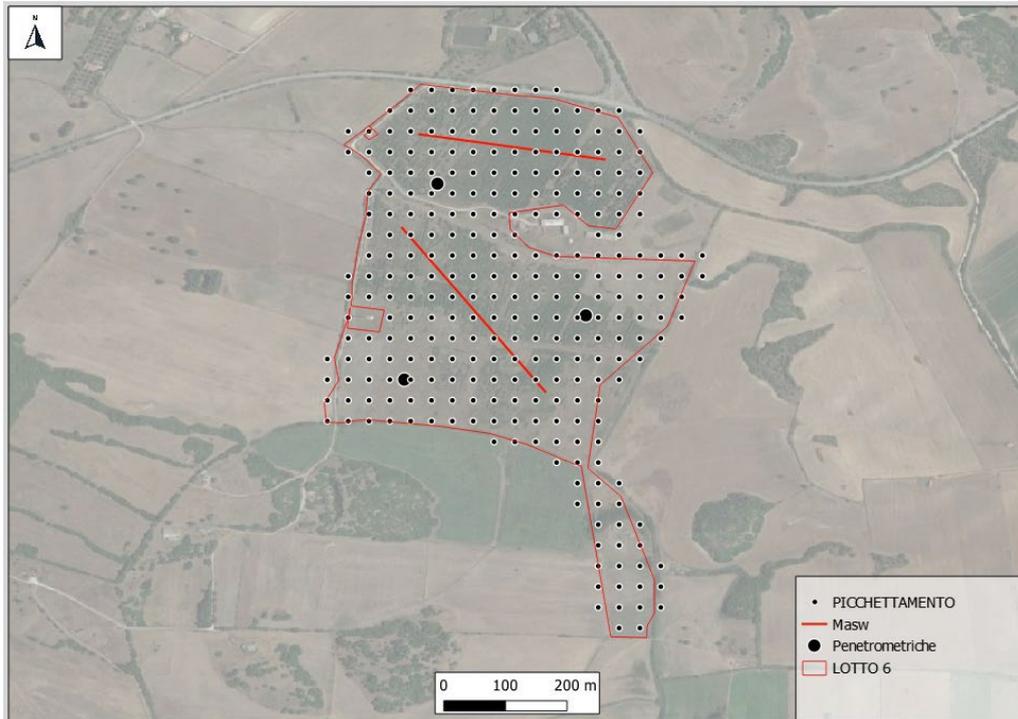


FIG. 13 - LOTTO 7

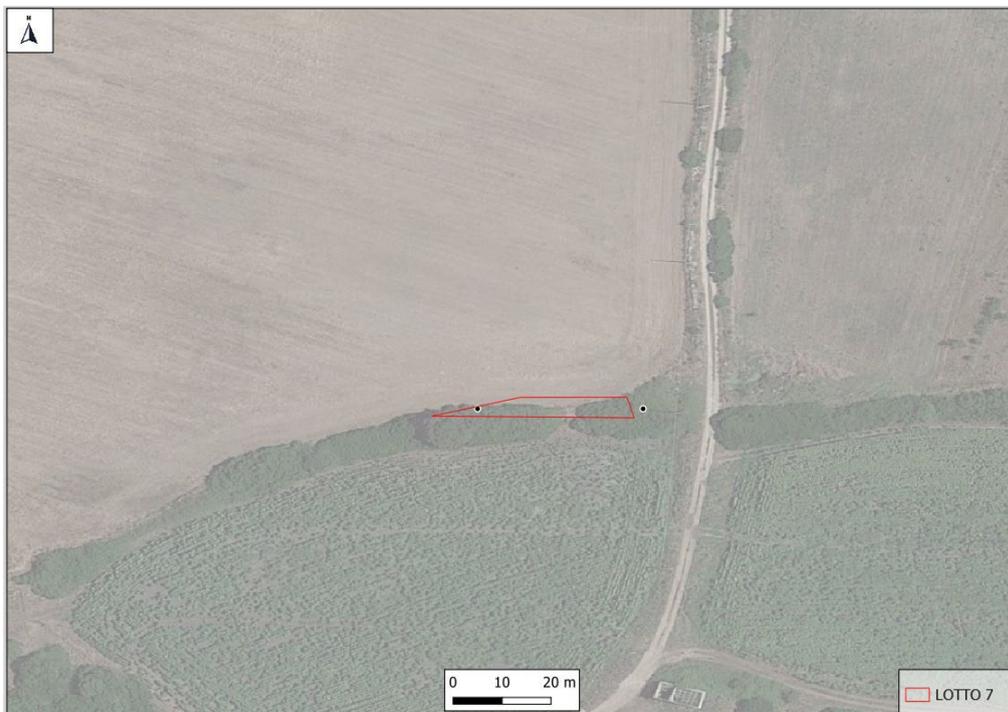
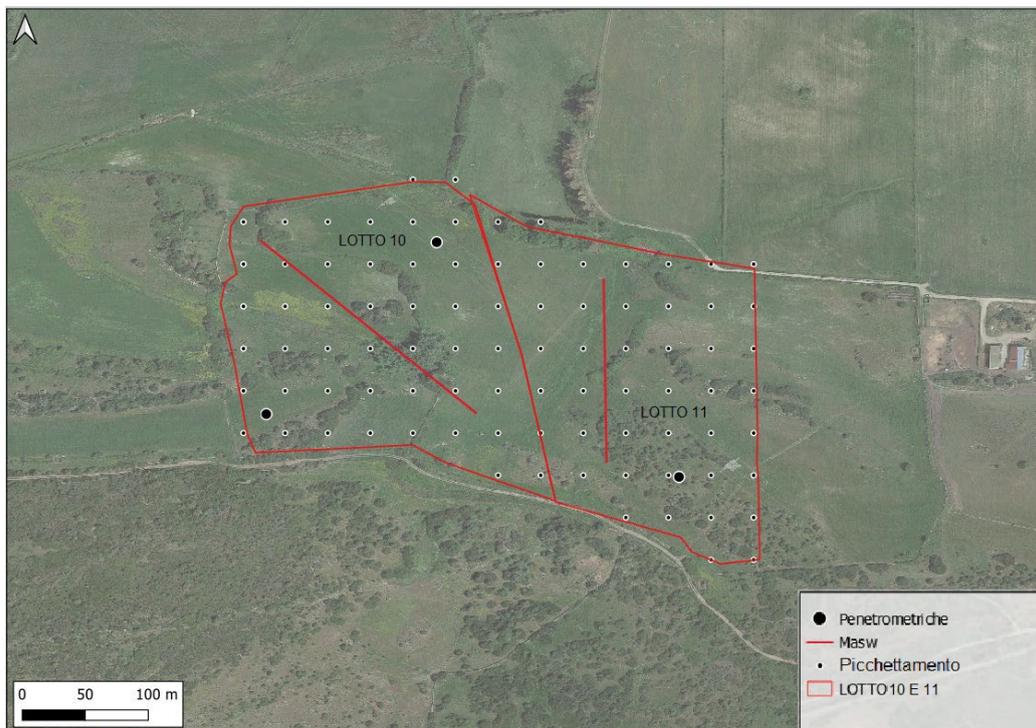


FIG. 14 – LOTTO 9



FIG. 15 – LOTTO 10 - LOTTO 11



5.1 INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO ESEGUITE

Prova Penetrometrica Dinamica DPM

In questo paragrafo viene descritta l'**indagine geotecnica in sito** effettuata nell'area di studio, consistite precisamente in:

- **N° 14 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPM)**, spinte fino ad una profondità compresa tra -1.0 e -3.9 m dal piano campagna.

Tale **indagine geotecnica in sito** è stata eseguita, nel mese di **marzo 2022**, dalla **Impresa Geotechnology**.

La **prova penetrometrica dinamica DMP** (*Dynamic Medium Probing*) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione.

Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione ogni 10 cm di affondamento.

L'attrezzatura è composta da una batteria di aste lunghe 1 metro con diametro di 32 mm, alla cui estremità inferiore è collegata una punta conica avente angolo di apertura di 60°, e da un maglio battente di 63.5 kg che viene fatto cadere da un'altezza di 75 cm.

La prova viene generalmente eseguita a partire dal piano campagna, ma in alcuni casi può essere anche condotta come proseguimento di una prova statica interrotta a causa di un livello ad elevata resistenza.

Le informazioni fornite dalle prove penetrometriche dinamiche sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Il campo di utilizzazione è molto vasto, potendo essere eseguita praticamente in tutti i tipi di terreno, anche se viene tendenzialmente effettuata su terreni a granulometria grossolana.

METODOLOGIA

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

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

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- *peso massa battente M*
- *altezza libera caduta H*
- *punta conica: diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α)*
- *avanzamento (penetrazione) d*
- *presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).*



Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di **penetrometri dinamici** (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo **LEGGERO (DPL)**

- tipo **MEDIO (DPM)**

- tipo **PESANTE (DPH)**

- tipo **SUPERPESANTE (DPSH)**

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8m
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25 m
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25 m
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25 m

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- **DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30)** (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $d = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.



- **DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20)** (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $d = 10$ cm, punta conica ($a = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.
- **DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE)** secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $d = 30$ cm, punta conica ($a = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A = 20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni.
- **DINAMICO SUPERPESANTE DPSH (Tipo EMILIA)**
massa battente $M = 63.5$ kg, altezza caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $d = 20-30$ cm, punta conica ($a = 90^\circ$) diametro $D = 50.5 - 51,0$ mm, area base cono $A = 20,0 - 20,43$ cm², rivestimento/ fango bentonitico: talora previsto.



PENETROMETRO DINAMICO IN USO PER LA SEGUENTE INDAGINE

TG 30-20 Pagani

CARATTERISTICHE TECNICHE

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
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste per metro	2.4 kg
Profondità giunzione prima asta	0.50 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero di colpi punta	Relativo ad un avanzamento di 10 cm
Coefficiente Correlazione	0.783
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°

Fig. 14: Specifiche tecniche della Sonda Penetrometrica utilizzata in situ.

5.2 INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE NELL'AREA DI STUDIO

Nell'area di studio è stata eseguita, una campagna di indagini geofisiche in situ risultata costituita, nello specifico, da:

- **n° 9 prospezioni geofisiche superficiali con metodologia di indagine MASW**, necessaria per la **misurazione del valore delle V_{seq}** , ovvero per classificare il suolo di fondazione secondo i criteri imposti dalle **N.T.** vigenti.

L'**indagine geofisica** è stata eseguita dalla **Ditta GEOTECHNOLOGY** con sede in **BARI**, nel mese di **settembre 2021**: nell'**ALLEGATO SISMICO (Allegato N. 1)** sono riportati gli elaborati relativi alle indagini geofisiche eseguite e la corretta ubicazione delle indagini stesse.

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area ed in particolar modo quelli provenienti dall'esecuzione delle prospezioni con metodologia di indagine "**MASW**" hanno permesso di classificare i suoli di fondazione dei siti in esame; i risultati sono indicati per lotto e per prova (ove ne sia più di una):

LOTTO 2

- **V_{seq} pari a 306 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 3

- **V_{seq} pari a 319 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 4

- **V_{seq} pari a 308 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 5

- **V_{seq} pari a 307 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**



LOTTO 6 – PROVA 1

- **V_{seq} pari a 314 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 6 – PROVA 2

- **V_{seq} pari a 313 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 9

- **V_{seq} pari a 285 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 10

- **V_{seq} pari a 286 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 11

- **V_{seq} pari a 320 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche **MASW** i valori di **V_{seq}** validi per detto intervallo è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo C**: *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.*

6. MODELLO GEOLOGICO VALIDO PER L'AREA DI STUDIO

La consultazione dei **dati di letteratura** disponibili per l'area di studio, la **diretta osservazione di campo** ottenuta durante il **rilevamento di geologico di dettaglio** effettuato sia direttamente nell'area di intervento che nelle zone adiacenti (al fine di ampliare la visione dei terreni affioranti e delle strutture geologiche presenti) e le **ricostruzioni lito-stratigrafiche** derivanti dalla lettura dei risultati provenienti dall'esecuzione della **campagna di indagini geotecniche e geofisiche in sito**, hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame.

Vista l'omogeneità dei terreni, appurata sia in senso laterale che verticale grazie ai risultati delle indagini effettuate, si è ritenuto indispensabile ricostruire **una sequenza litostratigrafica significativa** che mettesse in evidenza gli **spessori** e i **rapporti stratigrafici delle unità litostratigrafiche osservate** per ogni lotto. Esse sono di seguito mostrate:

<u>PROFONDITA' DEL LIVELLO (MT DAL P.C.)</u>	<u>DESCRIZIONE DEL LIVELLO GEOLOGICO</u>
0.00 – 0.20	Coltre eluvio colluviale
0.20 – 0.50	Substrato Litoide di transizione
0.50 – 1.00	Substrato Litoide

Si specifica che nel LOTTO 4, invece, si segnala la presenza di 1,00 m di rocce appartenenti alla Formazione delle Piroclastiti di Punta Ruja, fortemente saldate, mentre nel lotto 9 si evidenzia la presenza di strati di sabbie limo-argillose con clasti detritici più o meno massive e intensamente pedogenizzate, all'interno delle quali vi è la presenza di falde superficiali.

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Dall'esecuzione delle prospezioni geotecniche in sito eseguite nei lotti oggetto dell'indagine è stato possibile produrre le seguenti tabelle consuntive dei parametri geotecnici fondamentali del terreno. Le tabelle sono state ricavate tramite le correlazioni della prova penetrometrica dinamica DPM.

LOTTO 2

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	33	52	59.15	-	1.66	2.03	18/23	208	80.87	0.30	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.50	56	86	-	2.90	2.40	2.50	35/38	430	440.37	0.27	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.50 - 1.00	78	122	-	4.12	2.50	2.50	38/42	610	623.96	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

LOTTO 3

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	16	24	37.24	-	1.50	1.94	18/23	96	52.11	0.33	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.60	61	94	-	3.17	2.40	2.50	35/38	470	481.16	0.26	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.60 - 1.00	80	126	-	4.25	2.50	2.50	38/42	630	644.35	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	16	24	37.24	-	1.54	1.94	18/23	96	52.11	0.33	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.60	58	90	-	3.04	2.40	2.50	35/38	450	460.76	0.26	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.60 - 1.00	78	122	-	4.12	2.50	2.50	38/42	610	623.96	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

Tabella Riassuntiva dei parametri geotecnici

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	16	24	37,24	-	1,50	1,94	18/23	96	52,11	0,33	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.60	58	90	-	3,04	2,40	2,50	35/38	450	460,76	0,26	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.60 - 1.00	78	122	-	4,12	2,50	2,50	38/42	610	623,96	0,23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE



LOTTO 4

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	11	18	30.74	-	1.46	1.91	18/23	72	45.95	0.34	POCO ADDENSATO
2	0.20 - 1.00	25	36	.	1.22	2.09	2.30	30/32	180	185.38	0.30	MOLTO CONSISTENTE

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 1.00	62	96	-	3.24	2.50	2.50	38/42	480	491.36	0.20	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

Si segnala l'omissione della tabella riassuntiva, a causa della diversa natura litologica rilevata nelle prove del lotto considerato.

LOTTO 5

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	9	14	25.97	-	1.44	1.90	18/23	56	41.84	0.34	POCO ADDENSATO
2	0.20 - 0.70	34	52	-	1.76	2.12	2.25	32/35	260	266.98	0.30	MOLTO CONSISTENTE
3	0.70 - 1.00	58	90	-	3.04	2.50	2.50	35/38	450	460.76	0.26	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

LOTTO 6

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 1.60	13	20	32.99	-	1.48	1.92	18/23	80	48	0.33	POCO ADDENSATO
2	1.60 - 1.80	52	82	-	2.77	2.40	2.50	35/38	410	419.97	0.27	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 2.30	22	34	46.5	-	1.56	1.97	18/23	136	62.38	0.32	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	2.30 - 2.60	53	82	-	2.77	2.40	2.50	35/38	410	419.97	0.27	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	2.60 - 2.80	79	122	-	4.12	2.50	2.50	38/42	610	623.96	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	19	30	43.02	-	1.54	1.96	18/23	120	58.28	0.32	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.90	32	48	-	1.62	2.11	2.20	30/32	240	246.58	0.31	MOLTO CONSISTENTE
3	0.90 - 1.00	69	108	-	3.65	2.50	2.50	38/42	540	552.56	0.25	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

Tabella riassuntiva dei parametri geotecnici

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.



STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 1.80	13	20	32,99	-	1,48	1,92	18/23	80	48	0,33	POCO ADDENSATO
2	1.80 - 2.20	32	48	-	1,62	2,11	2,20	30/32	240	246,58	0,31	MOLTO CONSISTENTE
3	2.20 - 2.40	69	108	-	3,65	2,50	2,50	38/42	540	552,56	0,25	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

LOTTO 9

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	14	20	32,99	-	1,48	1,92	18/23	80	48	0,33	POCO ADDENSATO
2	0.20 - 0.50	47	70	-	2,36	2,28	2,50	32/35	350	358,77	0,28	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.50 - 1.00	78	118	-	3,98	2,50	2,50	38/42	590	603,56	0,23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	15	22	35,16	-	1,49	1,93	18/23	88	50,06	0,33	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.50	43	64	-	2,16	2,20	2,44	32/35	320	328,17	0,29	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.50 - 1.00	80	122	-	4,12	2,50	2,50	38/42	610	623,96	0,23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

Tabella Riassuntiva Parametri Geotecnici

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	14	20	32,99	-	1,48	1,92	18/23	80	48	0,33	POCO ADDENSATO
2	0.20 - 0.50	43	43	-	2,16	2,20	2,44	32/35	320	328,17	0,29	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.50 - 1.00	78	118	-	3,98	2,50	2,50	38/42	590	603,56	0,23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

LOTTO 10 E 11

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.40	18	26	39,24	-	1,51	1,94	18/23	104	54,17	0,33	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.40 - 1.30	8	12	23,45	-	1,43	1,89	20/25	48	39,79	0,34	POCO ADDENSATO
3	1.30 - 1.80	55	86	-	2,9	2,50	2,50	35/38	430	440,37	0,27	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.40	7	10	20,83	-	1,41	1,88	18/23	40	35,5	0,34	POCO ADDENSATO
2	0.40 - 0.60	29	44	-	1,49	2,11	2,14	30/32	220	226,18	0,31	MOLTO CONSISTENTE
3	0.60 - 1.00	61	92	-	3,11	2,50	2,50	35/38	460	470,96	0,26	ESTREMAMENTE CONSISTENTE



STRATO	SPESSORE (m)	N COLPI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 1.80	11	16	28,4	-	1,45	1,90	18/23	64	43,9	0,34	POCO ADDENSATO
2	1.80 - 2.00	46	72	-	2,43	2,32	2,50	32/35	360	368,97	0,28	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

Tabella Riassuntiva Parametri Geotecnici

STRATO	SPESSORE (m)	N COLPI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 1.00	7	10	20,83	-	1,41	1,88	18/23	40	35,50	0,34	POCO ADDENSATO
2	1.00 - 1.50	29	44	-	1,49	2,11	2,14	30/32	220	226,18	0,31	MOLTO CONSISTENTE
3	1.50 - 2.00	55	86	-	2,90	2,50	2,50	35/38	430	440,37	0,27	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

Si rimanda alla consultazione del “CERTIFICATO GEOTECNICO” per una migliore visione delle stratigrafie litotecniche e delle pressioni sugli strati per ogni prova eseguita.

8. MODELLAZIONE SISMICA DEL LOTTO INVESTIGATO

Definire i modelli di comportamento dei materiali superficiali (che possono costituire possibili piani di posa di sistemi fondali), in chiave sismica, significa trattare di una problematica di notevole interesse nell'ambito di ricerche di carattere geologico-tecnico e geofisico applicate all'Ingegneria. Determinare il comportamento di un litotipo, vale a dire la risposta a sollecitazioni costanti o variabili nel tempo, significa definire la o le relazioni sforzo-deformazioni sue caratteristiche, tramite i Moduli Elastici.

In particolare, in un contesto di **prevenzione del rischio sismico**, di notevole importanza è la valutazione della “**Risposta sismica locale**”, che consiste nel definire come i terreni più superficiali d'interesse ingegneristico, rispondono alle sollecitazioni prodotte da un evento sismico, modificandone le caratteristiche spettrali, nel senso di amplificazioni e/o attenuazioni in termini di ampiezze delle onde. Da tali modifiche, è noto, dipendono i maggiori danni alle strutture durante una scossa di terremoto, poiché la vulnerabilità di un edificio è funzione oltre che della durata e dell'intensità della sollecitazione, principalmente dall'ampiezza delle onde di Taglio

Alla luce di quanto detto, vista la possibilità oggettiva che alcune frequenze subiscano un'amplificazione (da tenere ben presente nel calcolo strutturale degli edifici da realizzare), risulta importante verificare attentamente la “Risposta sismica locale” del sito oggetto di studio.

Secondo i criteri della mappa di **pericolosità sismica** definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima (ag)** su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni (a_g rappresenta l'indice di accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni), l'area oggetto di questo studio rappresenta, da questo punto di vista, una **zona sismica di tipo 4** “Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa dove le possibilità di danni sismici sono basse.”, caratterizzata da $a_g \leq 0,05 g$

RIFERIMENTI VALIDI PER L'AREA ALLO STUDIO

Il sito in esame, sulla base della **Riclassificazione Sismica del Territorio Italiano** secondo l'**Ordinanza n° 3234** del 29 luglio 2003 emanata dal **Presidente del Consiglio dei Ministri**, successivamente ripresa dal **D.M. 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”**, è compreso in **ZONA SISMICA 4 (Comune di Sassari)**.

È quindi necessario comunicare ai Progettisti che in fase di calcolo delle strutture in progetto sarà necessario tener conto di un incremento di spinta legato ad azioni sismiche agenti di taglio.

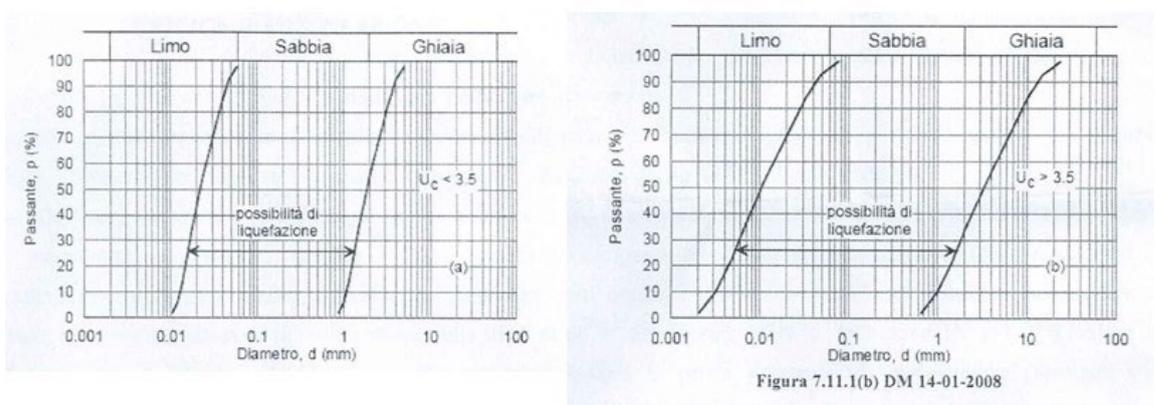
VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione dinamica assume una particolare pericolosità in presenza di materiali granulari poco addensati saturi; il meccanismo di tale fenomeno dipende sia dalle caratteristiche relative al sisma (magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione massima al sito) che da quelle del terreno (distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in situ iniziale, etc.). La previsione della pericolosità di liquefazione si basa, oltre che sui parametri del sisma atteso, sulla stima di un “potenziale di liquefazione” del terreno, il quale dipende da una serie di parametri geotecnici. Come riportato nel par.7.11.3.4.2 del DM 14-01-2008 e modificata nelle N.T.C. 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- 2) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{IN} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove

penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e q_{clN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone-Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

- 4) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Nel caso specifico, la verifica a liquefazione può essere omessa in quanto l'area ricade nell'area in esame ricade nella condizione 2 "Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali"

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Riguardo alla classificazione sismica dei suoli di fondazione *in situ* prevista dalla Normativa in vigore (D.M. 17 Gennaio 2018, Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), vengono identificate n° 5 classi (denominate rispettivamente A, B, C, D e E) ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

CAT.	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valore di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s</i>
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100m/s e 180 m/s
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m



Per V_{seq} s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione.

Per il suolo di fondazione della zona di studio la V_{seq} mostra il seguente valore:

LOTTO 2

- **V_{seq} pari a 306 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 3

- **V_{seq} pari a 319 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 4

- **V_{seq} pari a 308 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 5

- **V_{seq} pari a 307 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 6 – PROVA 1

- **V_{seq} pari a 314 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 6 – PROVA 2

- **V_{seq} pari a 313 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 9

- **V_{seq} pari a 285 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 10

- **V_{seq} pari a 286 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

LOTTO 11

- **V_{seq} pari a 320 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.**

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di V_{seq} validi per detto intervallo è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo C**:
“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.

STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Il **D.M. 17 gennaio 2018** (*Norme Tecniche per le Costruzioni in Zone Sismiche*) decreta che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "**pericolosità sismica di base**" del sito di costruzione.

Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La **pericolosità sismica** è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag** in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se (T)**, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza **PVR**, nel periodo di riferimento **VR**.

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento **PVR**, a partire dai valori dei seguenti

parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- **ag**= accelerazione orizzontale massima al sito;
- **Fo** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- **Tc***= periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nella presente relazione, per il sito considerato, sono forniti valori di **ag**, **Fo** e **Tc***necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Il "**range**" dei valori calcolati mette in evidenza che, il sottosuolo del sito in oggetto, risulta caratterizzato da valori medi della V_{seq} di **307 m/s** riconducibile alla **Categoria di Suolo di tipo C**.

Come anzi detto, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso lo spettro di risposta elastico.

Una volta individuate le coordinate del sito in oggetto sono state inserite nel programma che, riferendosi ad una griglia di parametri spettrali di riferimento che copre tutto il territorio nazionale con passo di circa 15 Km per nodo, ha ricavato i valori di A_g , F_o e T_{c^*} riferiti al punto indicativo del sito in oggetto, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), ossia in assenza di effetti locali.

Questi parametri degli spettri di risposta come detto in precedenza sono relativi ad un sito privo di effetti al suolo, ossia senza effetti locali stratigrafici e topografici.

Per quanto riguarda l'amplificazione stratigrafica la norma individua due fattori di incremento S_s e C_c in funzione della **categoria di sottosuolo** di fondazione calcolata nel sito di realizzazione, mentre per quanto riguarda l'amplificazione topografica la norma individua quattro classi di variabilità assegnando a ciascuna un valore del coefficiente stratigrafico T_s .

Nelle *tabelle* successive vengono riportati i **range di variabilità** dei **coefficienti di amplificazione**:

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 1: Valori del Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T per le diverse categorie topografiche.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_s \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (I_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_s \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (I_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_s \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (I_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_s \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (I_C^*)^{-0.40}$

Tabella 2: Espressioni di calcolo dei coefficienti di Amplificazione Stratigrafica S_s e C_c per le diverse categorie di suolo.



Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
 T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3: Categorie di amplificazione topografica.

Dalle analisi geologiche, geomorfologiche, geognostiche e geotecniche effettuate, si evince che, per il sito in oggetto, può essere ragionevolmente assegnata una categoria di amplificazione topografica di **tipo T1** ossia assimilabile a **superfici pianeggianti** con pendenza $i < 15^\circ$.

Il passo successivo consiste nella valutazione dell'**accelerazione massima attesa al sito (amax)**, che viene riportata di seguito nella seguente espressione:

$$a_{max} = a_g * S_s * S_t$$

L'accelerazione massima attesa **amax** è fornita in m/s^2 (dal valore nominale di **ag(g)**), accelerazione massima attesa al sito, si passa ad **ag(m/s²)** moltiplicando per 9.81.

Infine, si passa alla determinazione del **Coefficiente Sismico orizzontale (Kh)** e **Coefficiente Sismico verticale (Kv)**, seguendo le seguenti relazioni:

- **Coefficiente sismico orizzontale $K_h = \beta S * a_{max} / g$** (per fondazioni)
- **Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.5 K_h$** (per fondazioni)

In definitiva l'analisi degli spettri di risposta è completata in funzione dell'incremento relativo alla **Classe d'uso della struttura in oggetto** e alla **Vita Nominale dell'opera**,



ulteriormente incrementata con i **Coefficienti Stratigrafici e Topografici** di cui sopra e verificata agli **Stati Limiti** così come previsto da norma.

Nella **tabella** seguente sono riportati i valori dell'accelerazione del suolo orizzontale di picco a_g espressi in percentuale di g, riferiti ad ogni zona omogenea di riferimento, tali valori sono riferiti alle accelerazioni attese in seguito ad un evento sismico in siti su roccia o suolo molto rigido (*bedrock*) con $V_s > 800$ m/s.

Zona sismica (livello di pericolosità)	Accelerazione orizzontale massima con prob. di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)
1 (alto)	> 0,25
2 (medio)	0,15 – 0,25
3 (basso)	0,05 – 0,15
4 (minimo)	< 0,05

Si riportano di seguito, infine, i **Parametri Sismici fondamentali** validi per il sito in esame.

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,010	0,018	0,020
kv	0,004	0,005	0,009	0,010
amax [m/s^2]	0,443	0,530	0,970	1,099
Beta	0,180	0,180	0,180	0,180



Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,045	0,054	0,099	0,112
kv	0,023	0,027	0,049	0,056
amax [m/s ²]	0,443	0,530	0,970	1,099
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Paratie NTC 2018

Altezza paratia (H):

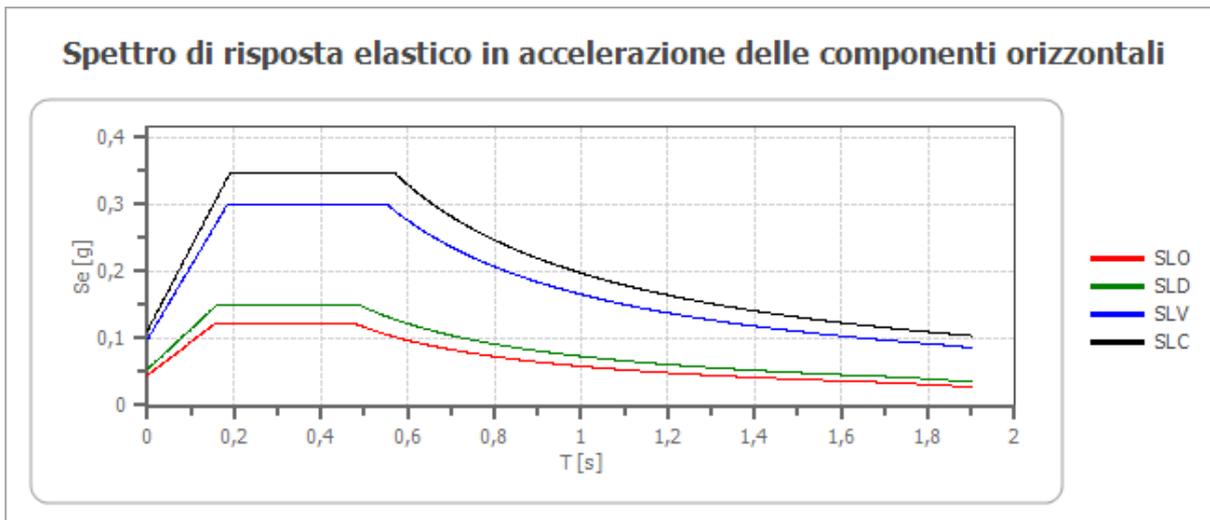
3,0 [m]

Spostamento ammissibile (us):

0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,029	0,035	0,064	0,073
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	0,443	0,530	0,970	1,099
Beta	0,650	0,650	0,650	0,650

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,5	0,030	2,721	0,306	1,500	1,550	1,000	1,500	1,000	0,158	0,474	1,720	0,045	0,123
SLD	1,5	0,036	2,789	0,315	1,500	1,540	1,000	1,500	1,000	0,162	0,485	1,744	0,054	0,151
SLV	1,5	0,066	3,025	0,384	1,500	1,440	1,000	1,500	1,000	0,184	0,553	1,864	0,099	0,299
SLC	1,5	0,075	3,090	0,401	1,500	1,420	1,000	1,500	1,000	0,190	0,569	1,899	0,112	0,346

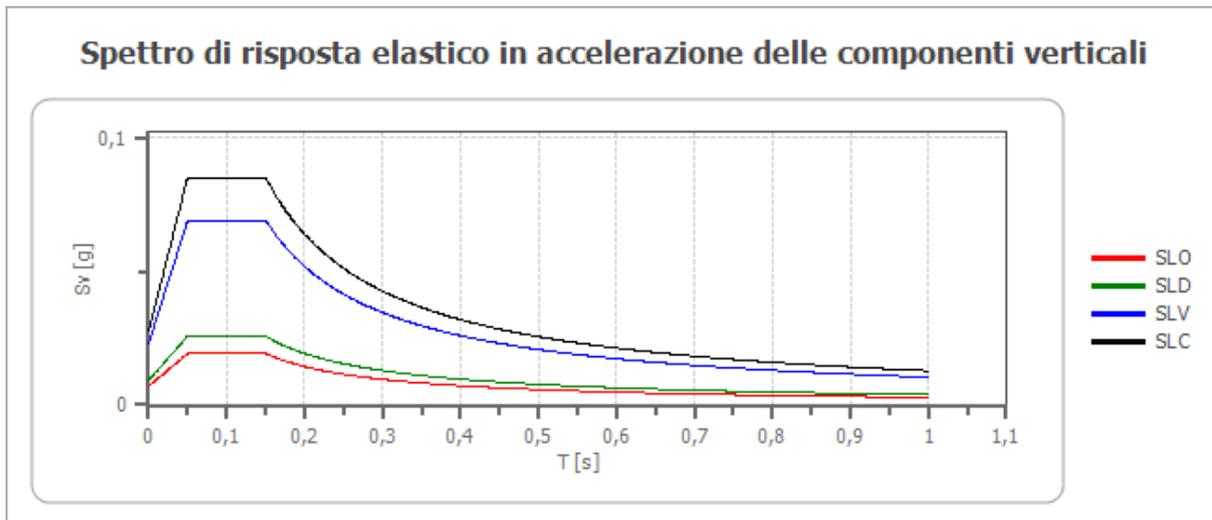
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %



Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,5	0,030	2,721	0,306	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,007	0,019
SLD	1,5	0,036	2,789	0,315	1	1,540	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,009	0,026
SLV	1,5	0,066	3,025	0,384	1	1,440	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,069
SLC	1,5	0,075	3,090	0,401	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,028	0,085

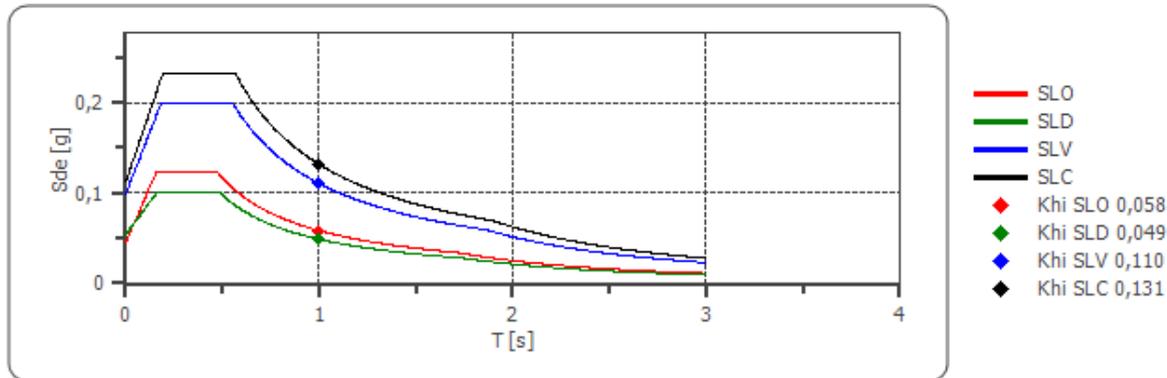
Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

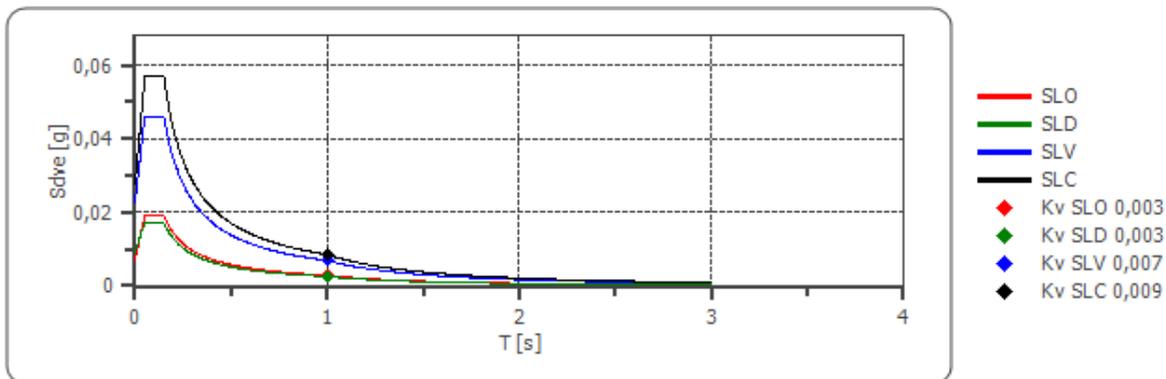
	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{hi} = S _{de} (T) Orizzontale [g]	0,058	0,049	0,110	0,131
k _{kv} = S _{dve} (T) Verticale [g]	0,003	0,003	0,007	0,009



Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizz ontal e	1,5	0,03 0	2,72 1	0,30 6	1,50 0	1,55 0	1,00 0	1,50 0	1,00 0	0,15 8	0,47 4	1,72 0	0,04 5	0,12 3
SLO verti cale	1,5	0,03 0	2,72 1	0,30 6	1,50 0	1,55 0	1,00 0	1,00 0	1,00 0	0,05 0	0,15 0	1,00 0	0,00 7	0,01 9
SLD orizz ontal e	1,5	0,03 6	2,78 9	0,31 5	1,50 0	1,54 0	1,00 0	1,50 0	1,50 0	0,16 2	0,48 5	1,74 4	0,05 4	0,10 0
SLD verti cale	1,5	0,03 6	2,78 9	0,31 5	1,50 0	1,54 0	1,00 0	1,00 0	1,50 0	0,05 0	0,15 0	1,00 0	0,00 9	0,01 7
SLV orizz ontal	1,5	0,06 6	3,02 5	0,38 4	1,50 0	1,44 0	1,00 0	1,50 0	1,50 0	0,18 4	0,55 3	1,86 4	0,09 9	0,19 9

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.



e														
SLV verti cale	1,5	0,06 6	3,02 5	0,38 4	1,50 0	1,44 0	1,00 0	1,00 0	1,50 0	0,05 0	0,15 0	1,00 0	0,02 3	0,04 6
SLC orizz ontal e	1,5	0,07 5	3,09 0	0,40 1	1,50 0	1,42 0	1,00 0	1,50 0	1,50 0	0,19 0	0,56 9	1,89 9	0,11 2	0,23 1
SLC verti cale	1,5	0,07 5	3,09 0	0,40 1	1,50 0	1,42 0	1,00 0	1,00 0	1,50 0	0,05 0	0,15 0	1,00 0	0,02 8	0,05 7



9. CONCLUSIONI

Il sottoscritto:

- Geologo Ottomanelli Giovanni Paolo nato a Bari (BA) il 25/08/1980 (C.F. **TTMGNN80M25A662M**) e residente in Bari (BA) alla Via Vito Vittorio Lenoci n° 4, iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Puglia* al n° **877** - sez. A "**Geologi Specialisti**",

con **STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA** avente sede in BARI (BA) alla Via Vittorio Lenoci n° 4, il quale ha eseguito uno studio di carattere geologico - tecnico nel tenimento del Comune di **SASSARI** a corredo del Progetto denominato "**STUDIO GEOLOGICO PER MESSA IN OPERA DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO**" su incarico del committente **ELEMENTS GREEN DEMETRA S.R.L.**

È stato effettuato un primo sopralluogo per constatare lo stato di fatto della zona di studio.

In seguito, sono stati compiuti ulteriori sopralluoghi, sia sull'area interessata dall'intervento che nelle aree adiacenti, allo scopo di ottenere una visione globale del territorio in cui si trova la zona interessata.

Il lavoro, nel rispetto delle **N.T.C. 2018**, ha avuto lo scopo di:

- *definire le condizioni morfologiche, idrogeologiche e tettoniche dell'area;*
- *valutare l'assetto litostratigrafico dell'area;*
- *definire la categoria sismica del sottosuolo secondo le Norme del D.M. 17 gennaio 2018.*



Il lavoro stesso è altresì stato compilato in due fasi distinte e successive:

- nella prima fase è stata effettuata una analisi geomorfologica, idrogeologica, geologica e tettonica della zona in cui ricade l'area oggetto di studio;
- nella seconda fase è stato realizzato un rilevamento geologico di superficie esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed è stata presenziata, diretta ed interpretata una campagna di indagini geotecniche e geofisiche in situ.

Per quel che concerne la **caratterizzazione geomorfologica di dettaglio** del lotto oggetto del presente studio geologico-tecnico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata assolutamente pianeggiante, priva di fenomeni di dissesto gravitativo pregressi, futuri ed in atto.

La scarsa pendenza insieme alla competenza dei litotipi affioranti conferisce infatti al suolo del territorio in questione un **alto indice di stabilità**, il terreno interessato dal Progetto di cui in oggetto risulta quindi **stabile**, in quanto non vi è testimonianza di eventi pregressi di instabilità.

L'area oggetto di intervento, infine, rientra nella competenza dell'**Autorità di Bacino Distrettuale della Regione Autonoma di Sardegna**, risultando **ESCLUSA** da qualsiasi perimetrazione da **RISCHIO E PERICOLosità GEOMORFOLOGICA** ad eccezione dell'area del **LOTTO 6**, che **RIENTRA** nella perimetrazione di **PERICOLO FRANA Hg2 - MODERATA** definita dal **P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico)**. L'area risulta invece **ESCLUSA** nella sua interezza da ogni perimetrazione di **PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO**, definiti dai piani di bacino.



Dalle prove penetrometriche in sito non è emersa la presenza di alcuna falda a profondità inferiori a 15 m dal piano campagna tale da generare criticità in termini di liquefazione del terreno.

Per la ricostruzione della serie litostratigrafica locale è stato eseguito un rilevamento geologico di dettaglio esteso anche ad aree limitrofe a quella d'interesse ed una campagna di indagini geotecniche in sito e geofisiche.

Le indagini geotecniche in sito sono consistite in:

- **n. 14 prove penetrometriche dinamiche (DPM)**, portate a profondità tra -1.0 e -3.9 metri dal piano campagna.

Le indagini geofisiche in situ sono infine consistite in:

- **n. 9 prospezione geofisica superficiale con metodologia di indagine MASW**, necessaria per la **misurazione del valore delle V_{seq}** , ovverosia per classificare il suolo di fondazione secondo i criteri imposti dalle **N.T.** vigenti.

Le indagini geochimiche in laboratorio sono consistite in:

- **n. 14 fori di campionamento con il prelievo di complessivi 42 campioni** finalizzati alla caratterizzazione delle matrici TERRENO E TERRENO TOP-SOIL, MIDDLE-SOIL E FONDO FORO.

I risultati delle indagini geofisiche eseguite nell'area ed in particolar modo quelli provenienti dall'esecuzione della prospezione con metodologia di indagine "MASW" hanno permesso di classificare il suolo di fondazione del sito in esame: nel caso specifico si è ottenuto tale risultato:



LOTTO 2

- Vseq pari a 306 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.

LOTTO 3

- Vseq pari a 319 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.

LOTTO 4

- Vseq pari a 308 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.

LOTTO 5

- Vseq pari a 307 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.

LOTTO 6 – PROVA 1

- Vseq pari a 314 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.

LOTTO 6 – PROVA 2

- Vseq pari a 313 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.

LOTTO 9

- Vseq pari a 285 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.

LOTTO 10

- Vseq pari a 286 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.

LOTTO 11

- Vseq pari a 320 m/s per l'intervallo di sottosuolo calcolato dal p.c. a -30,00 mt = suolo categoria C.

Calcolato, quindi, con le prospezioni geofisiche MASW i valori di V_{seq} validi per detto intervallo è stato possibile classificare il terreno del sito di indagine, che rientra nella **categoria di tipo C**:
“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.

Dall'esecuzione delle prospezioni geotecniche in sito di tipo **DPM** eseguite nell'area è stato possibile, inoltre, produrre la tabella mostrante i **parametri geotecnici fondamentali del terreno di fondazione**.

È stata effettuata, infine, la **modellazione sismica** dell'area di studio.

Il sito in esame, sulla base della **Riclassificazione Sismica del Territorio Italiano** secondo l'**Ordinanza n° 3234** del 29 luglio 2003 emanata dal **Presidente del Consiglio dei Ministri**, successivamente ripresa dal **D.M. 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”**, è compreso in **ZONA SISMICA 4 (Comune di Sassari)**.

È quindi necessario comunicare ai Progettisti che in fase di calcolo delle strutture in progetto sarà necessario tener conto di un incremento di spinta legato ad azioni sismiche agenti di taglio.

Pertanto, per il dimensionamento delle opere d'arte previste per gli interventi di natura edile è prevista l'adozione, con le relative prescrizioni, delle norme tecniche emanate con D.M. 17.1.2018 ai sensi delle Leggi 1086 del 1971 e 64 del 1974, poi diventate D.P.R. 380 del 2001.

IL GEOLOGO

Dott. Ottomanelli Giovanni Paolo



DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Puglia* al n° 877 - sez. A.

REGIONE SARDEGNA



COMUNE di
SASSARI



STUDIO GEOLOGICO PER MESSA IN OPERA DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Committenza: ELEMENTS GREEN DEMETRA S.R.L.

Località: SP EXSS291 – STR. VICINALE BADDE REBUDDU – SASSARI (SS) - 07100

ALLEGATO SISMICO



GeoTechnology

IL GEOLOGO

Dott. Giovanni Paolo Ottomanelli



DATA: GIUGNO 2023

Rev. 1



	Data: Giugno 2023
	Il committente: ELEMENTS GREEN DEMETRA S.R.L.
	IL Tecnico: Dott. Geol. Ottomanelli Giovanni Paolo
	Il Progettista: Dott. Geol. Ottomanelli Giovanni Paolo
Indagine geofisica tramite tecnica MASW	



Easy MASW

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

Moto del segnale sismico

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

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

Onde di Rayleigh – “R”

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

Analisi del segnale con tecnica MASW

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

Modellizzazione

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

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

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

Modi di vibrazione

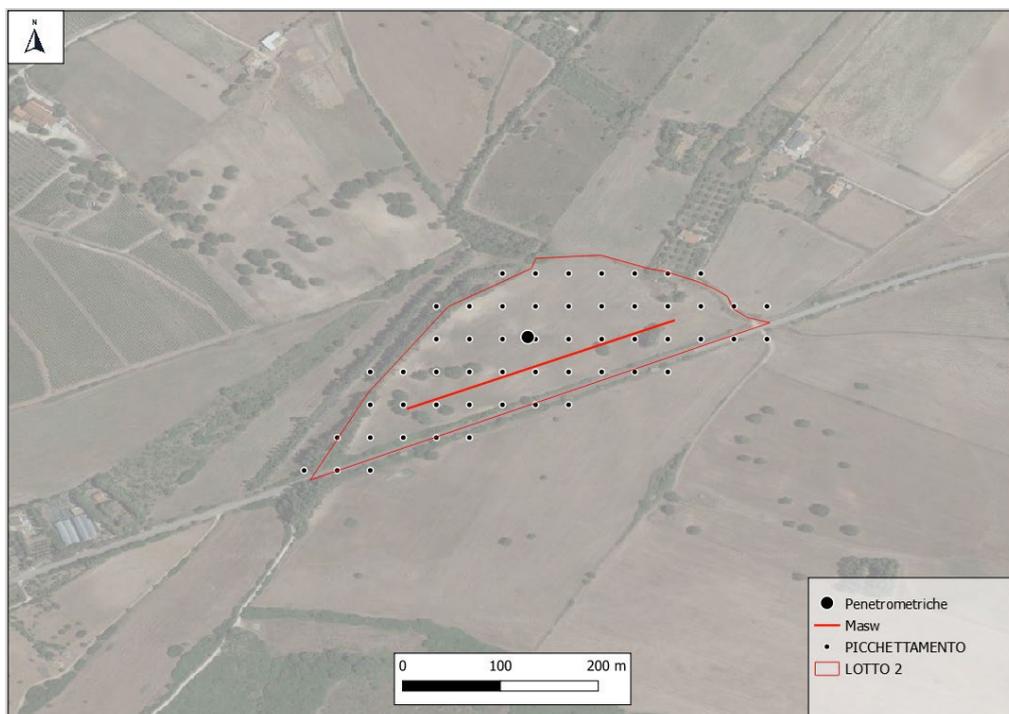
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle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

Profondità di indagine

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

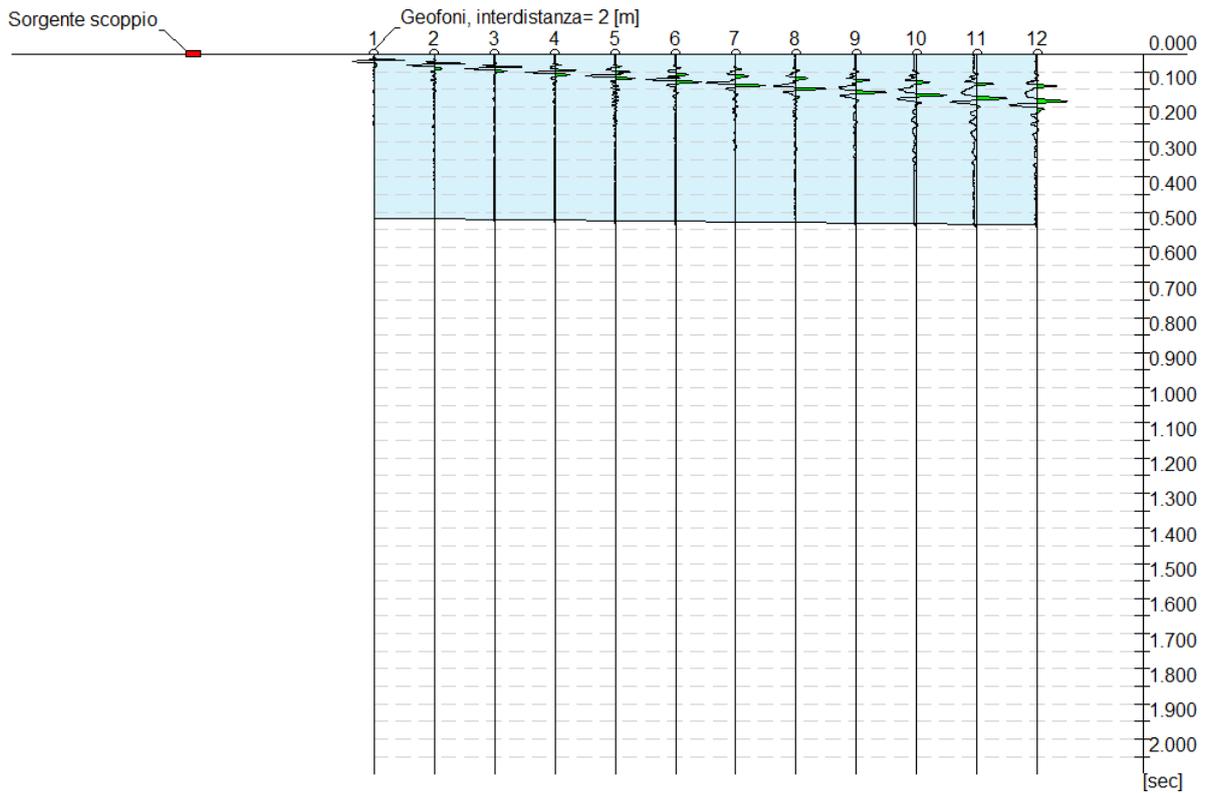
LOTTO 2

PLANIMETRIA LOTTO 2



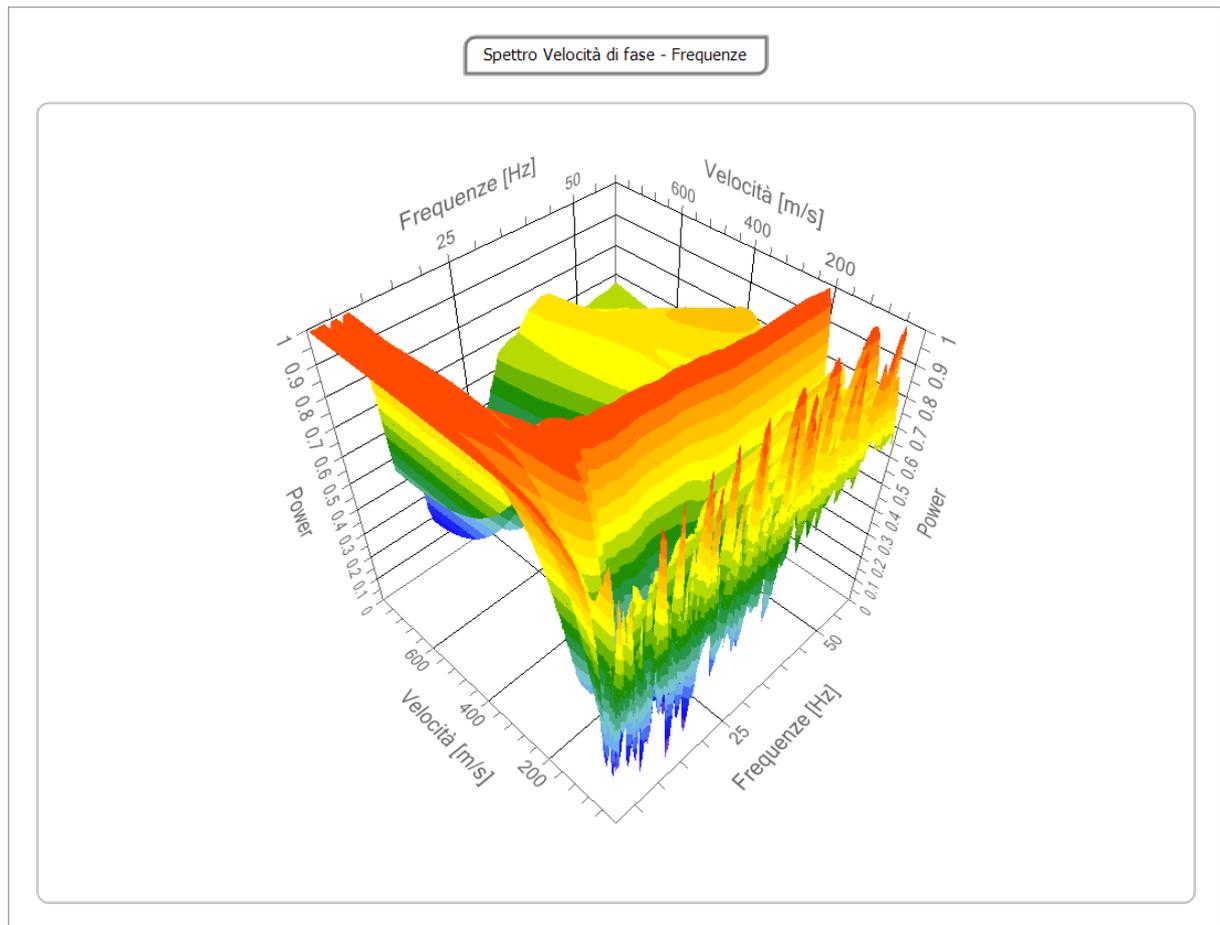
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50



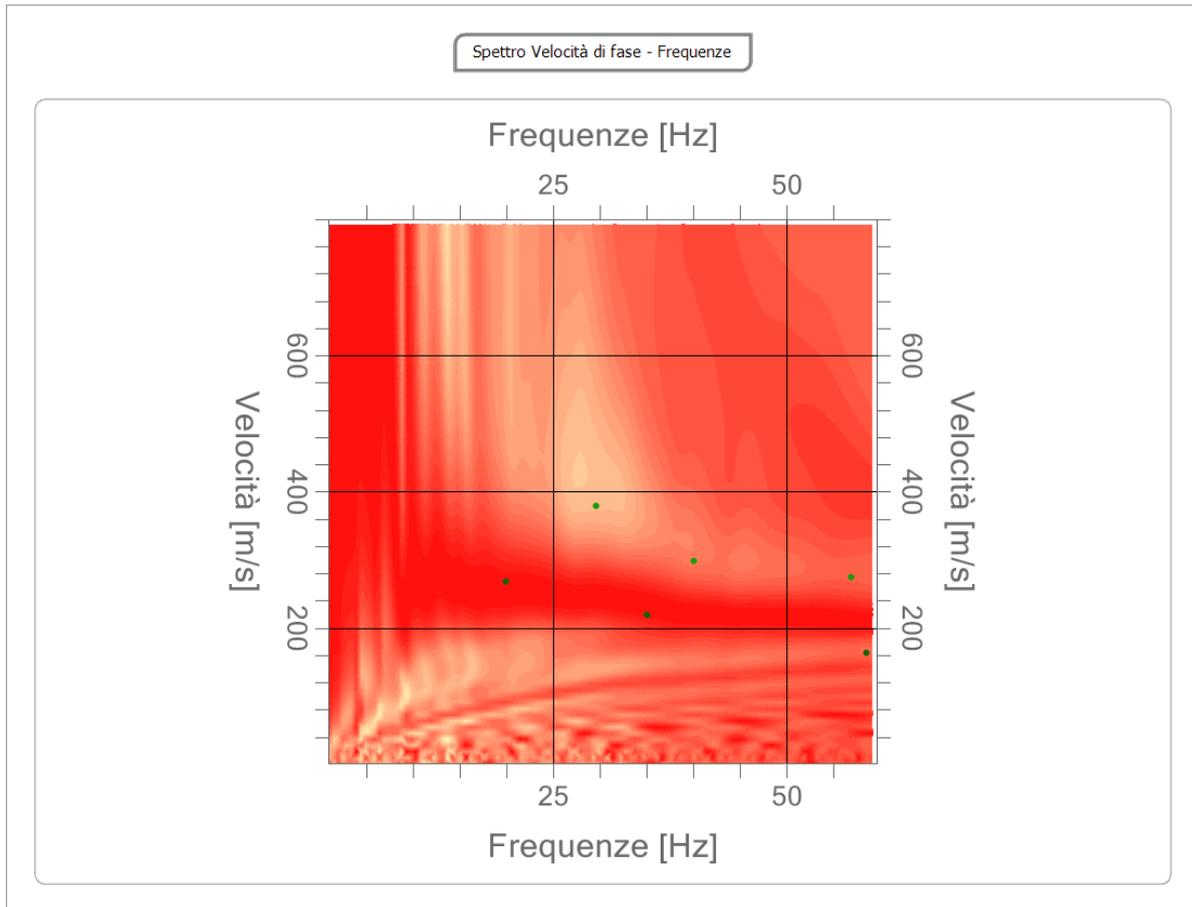
Analisi spettrale

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



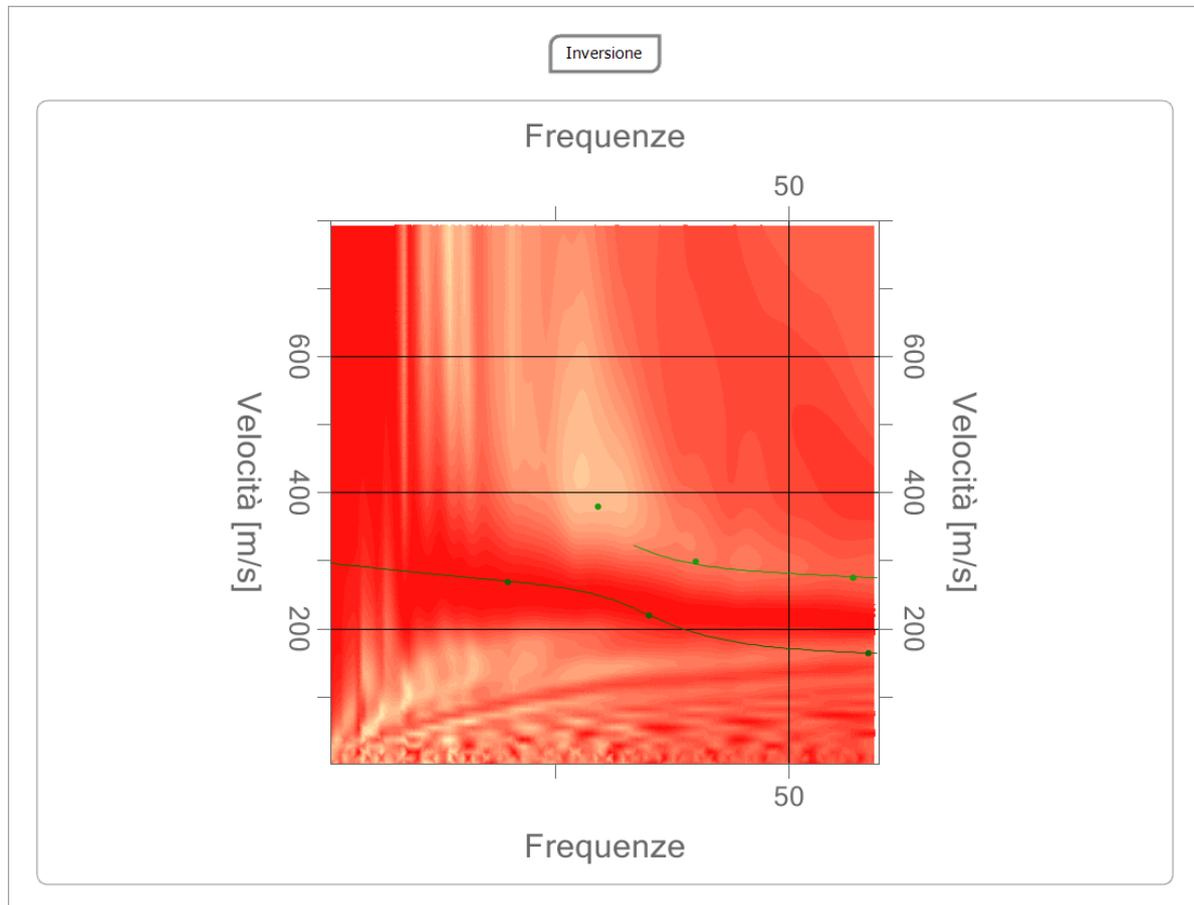
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	20.0	269.0	0
2	29.6	379.8	1
3	35.0	219.4	0
4	40.1	298.8	1
5	56.9	274.0	1
6	58.5	163.1	0

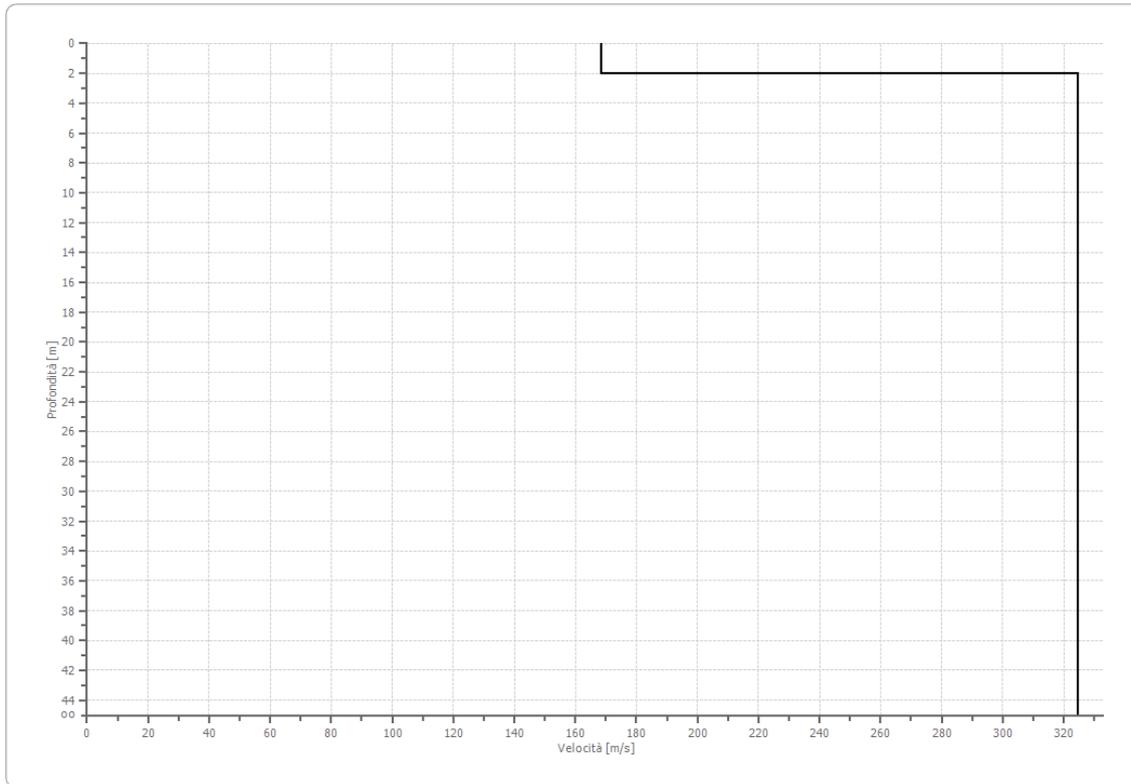


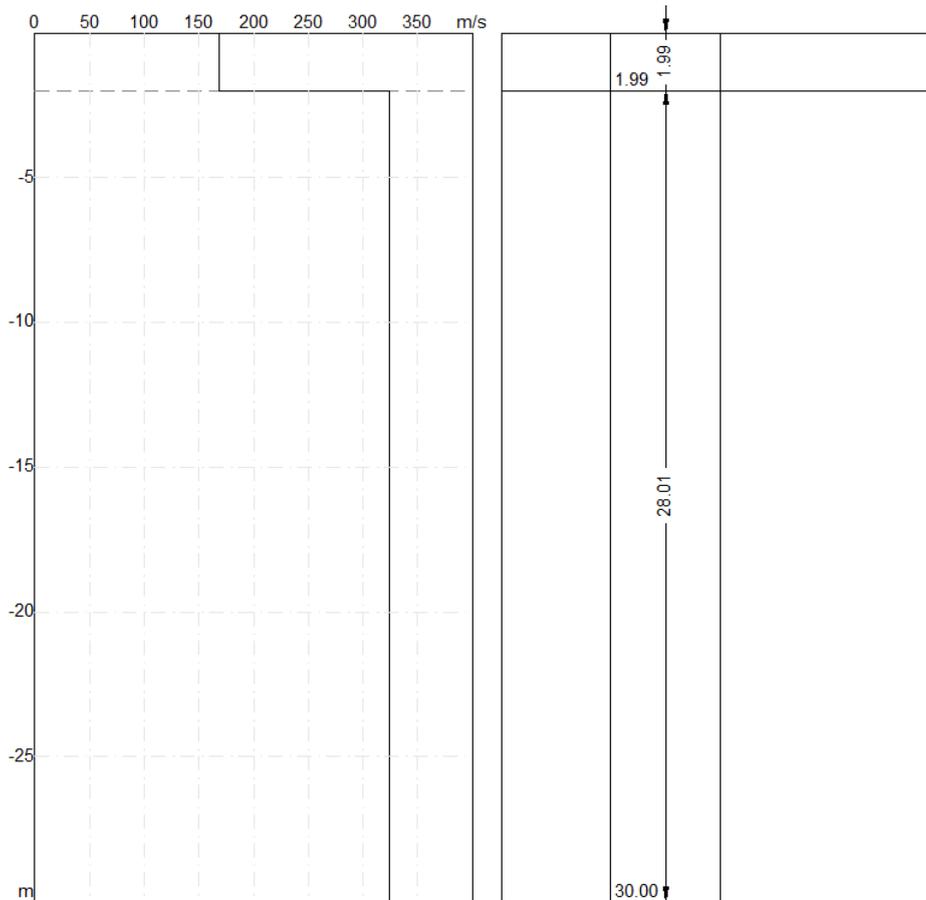
Percentuale di errore 0.009 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.016



Profilo di velocità





Risultati

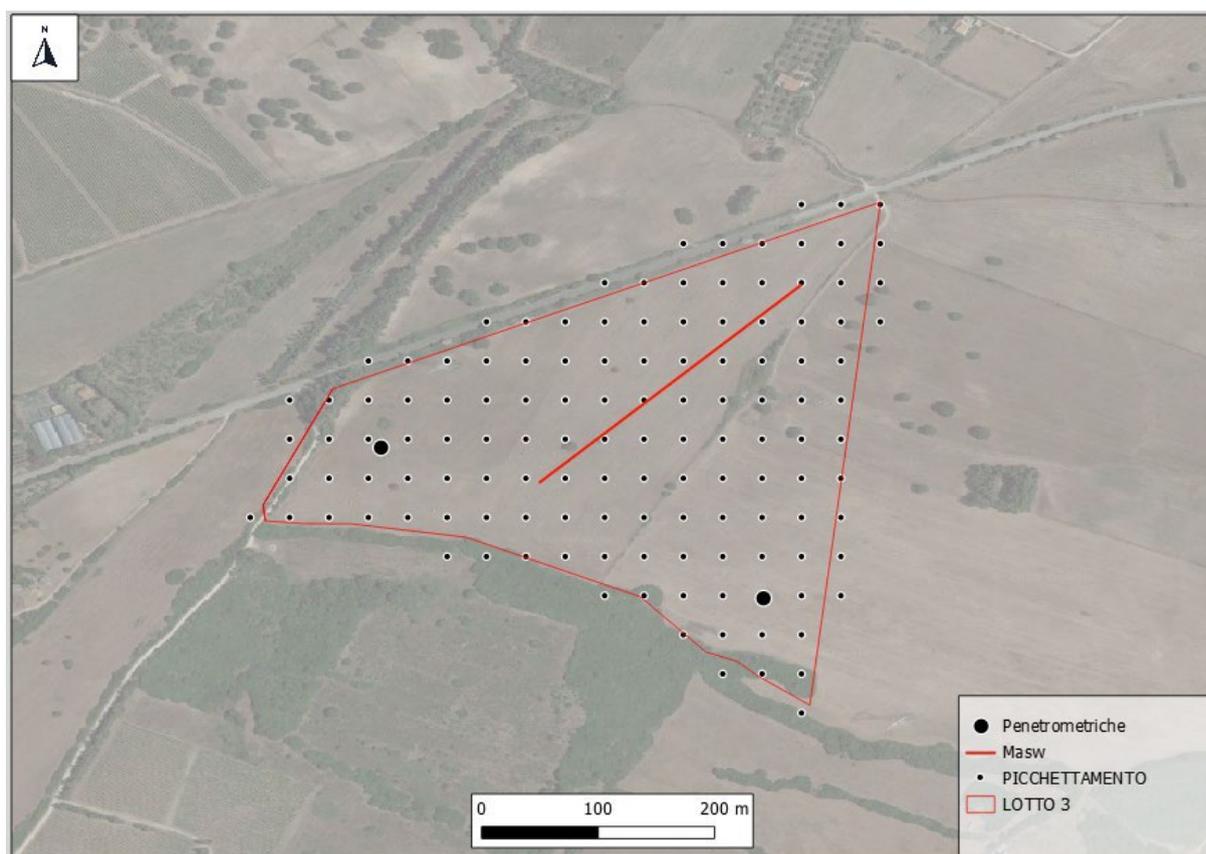
Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	306
Categoria del suolo	C

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

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
 specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
 iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

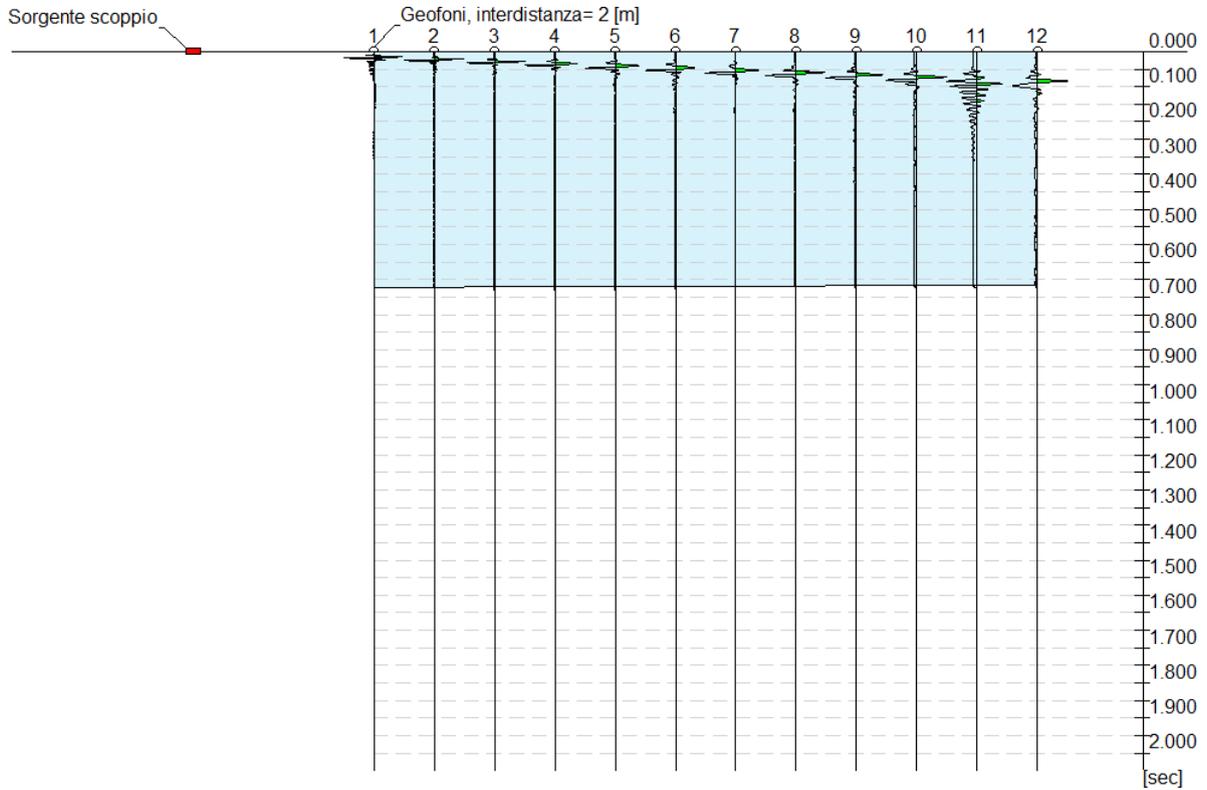
LOTTO 3

PLANIMETRIA LOTTO 3



Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

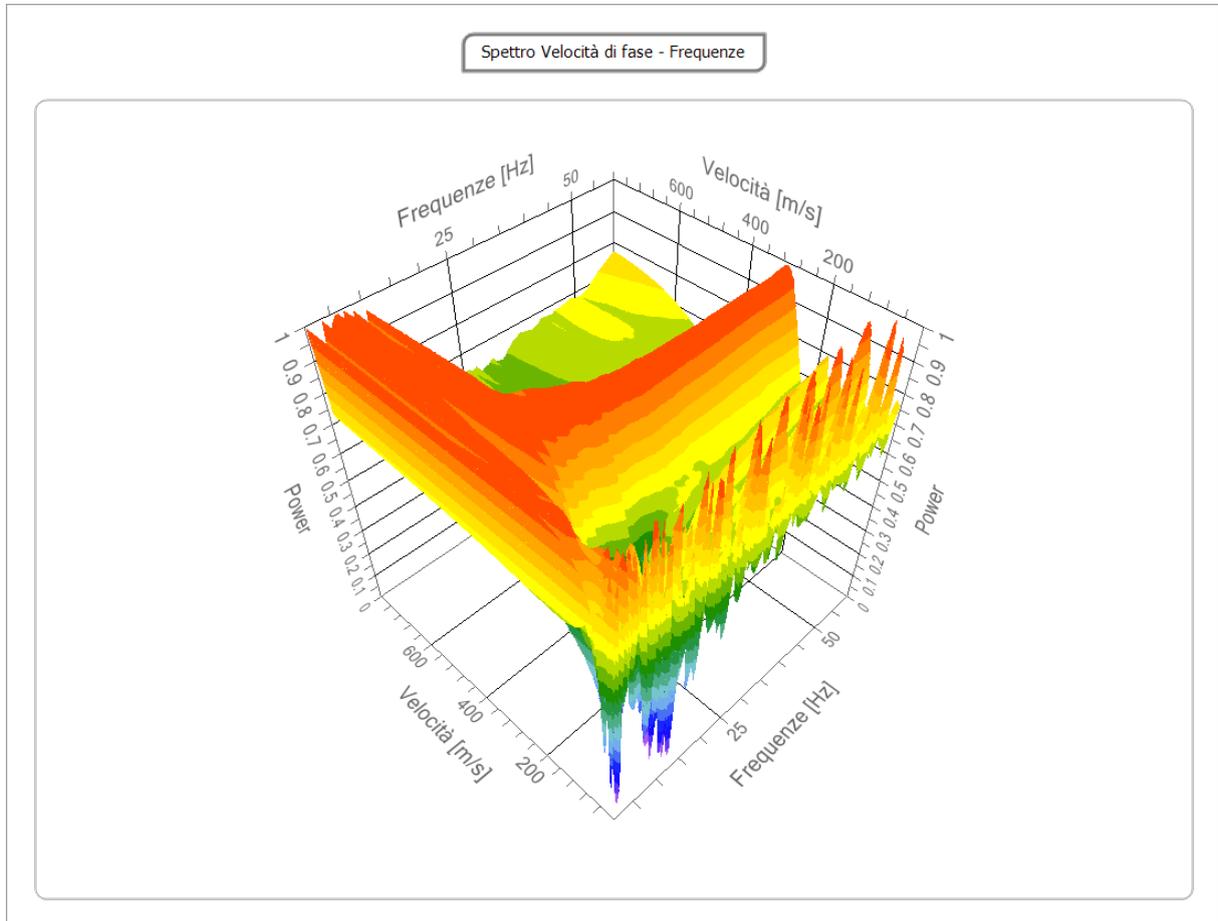


Analisi spettrale

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	1



[m/sec]

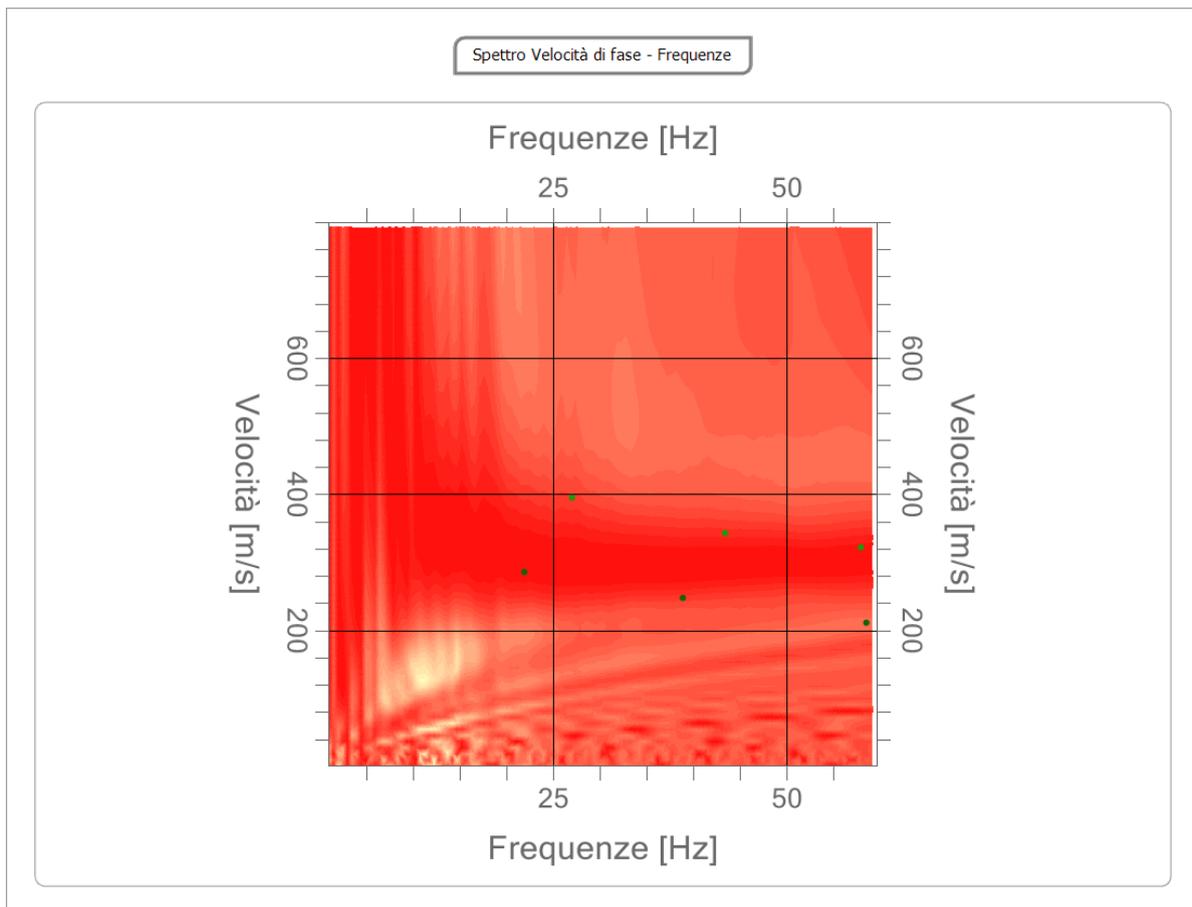


Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	21.9	285.5	0
2	27.0	394.7	1
3	38.9	247.5	0
4	43.4	343.4	1



5	57.9	321.9	1
6	58.5	211.1	0

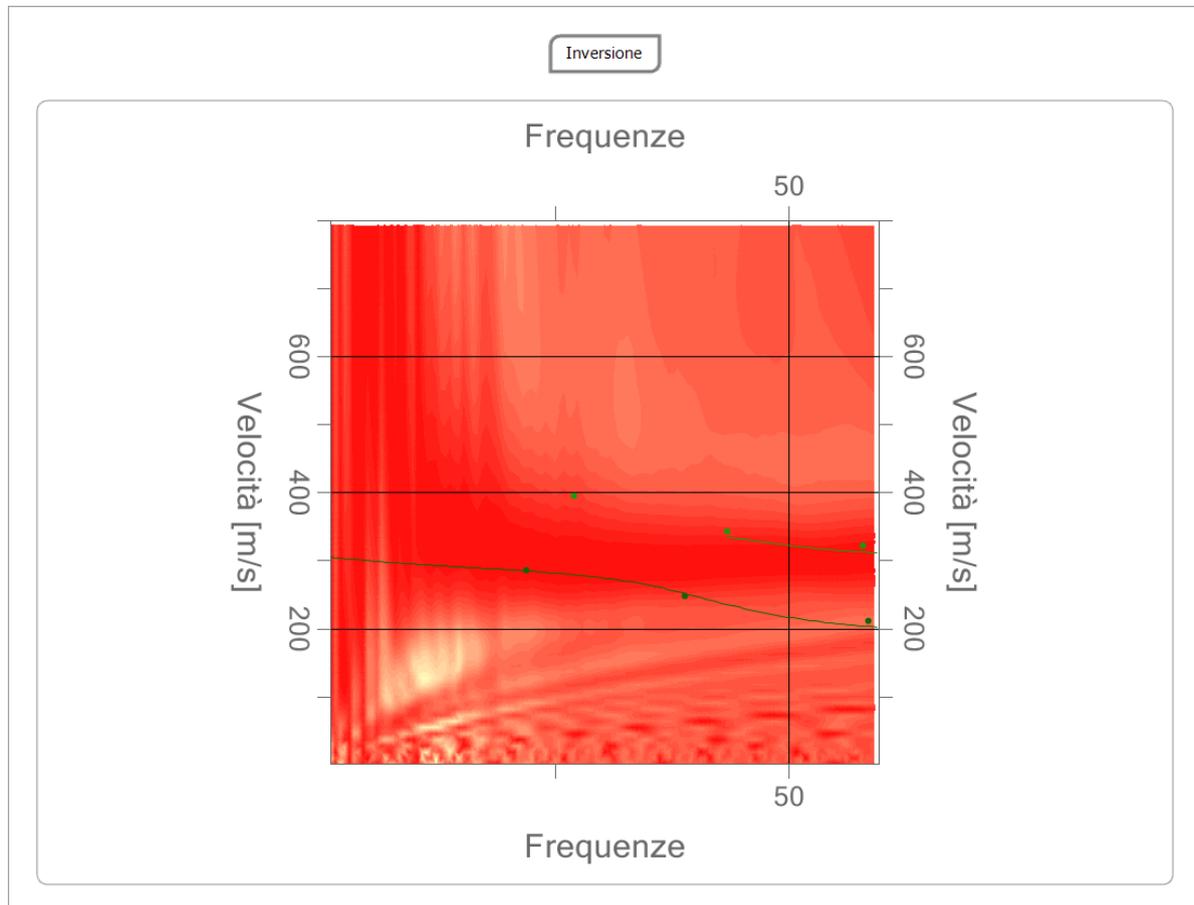


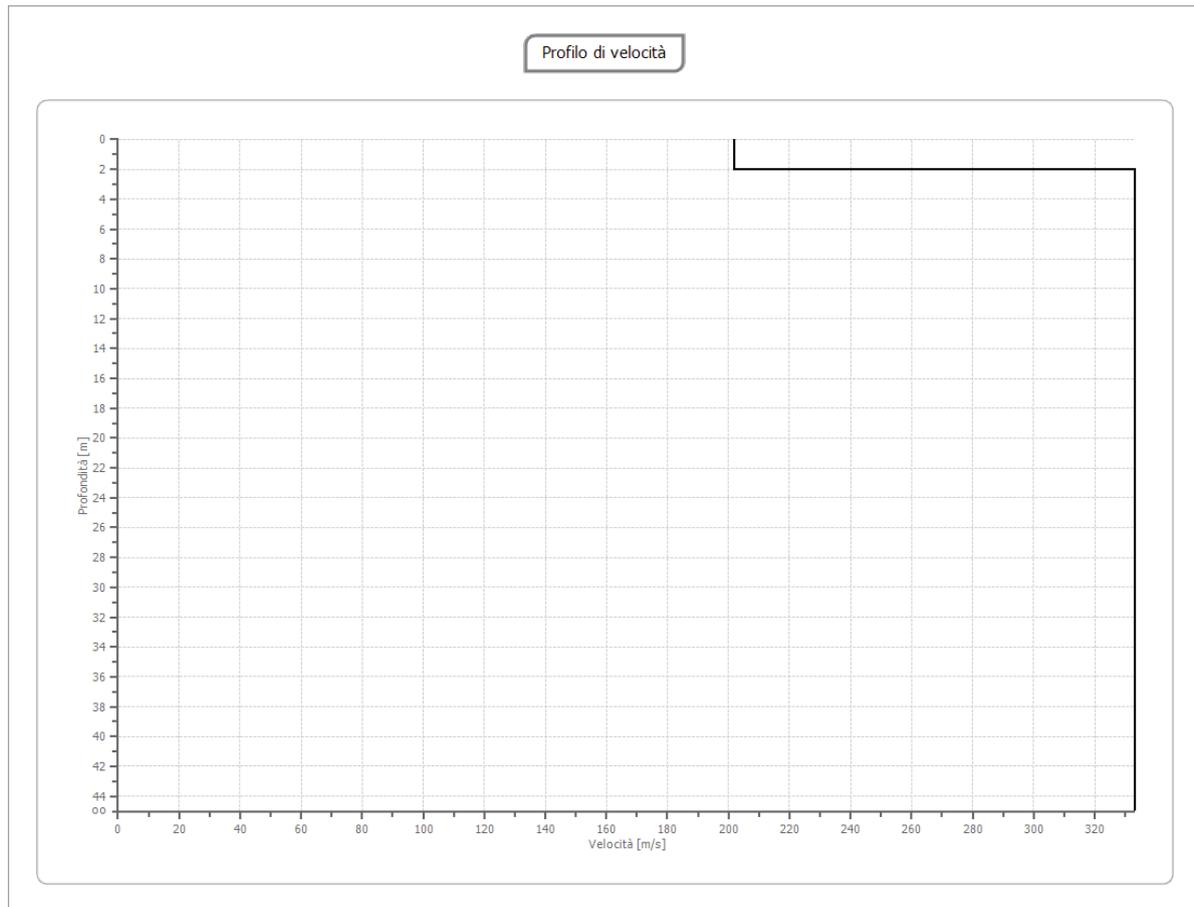
Percentuale di errore

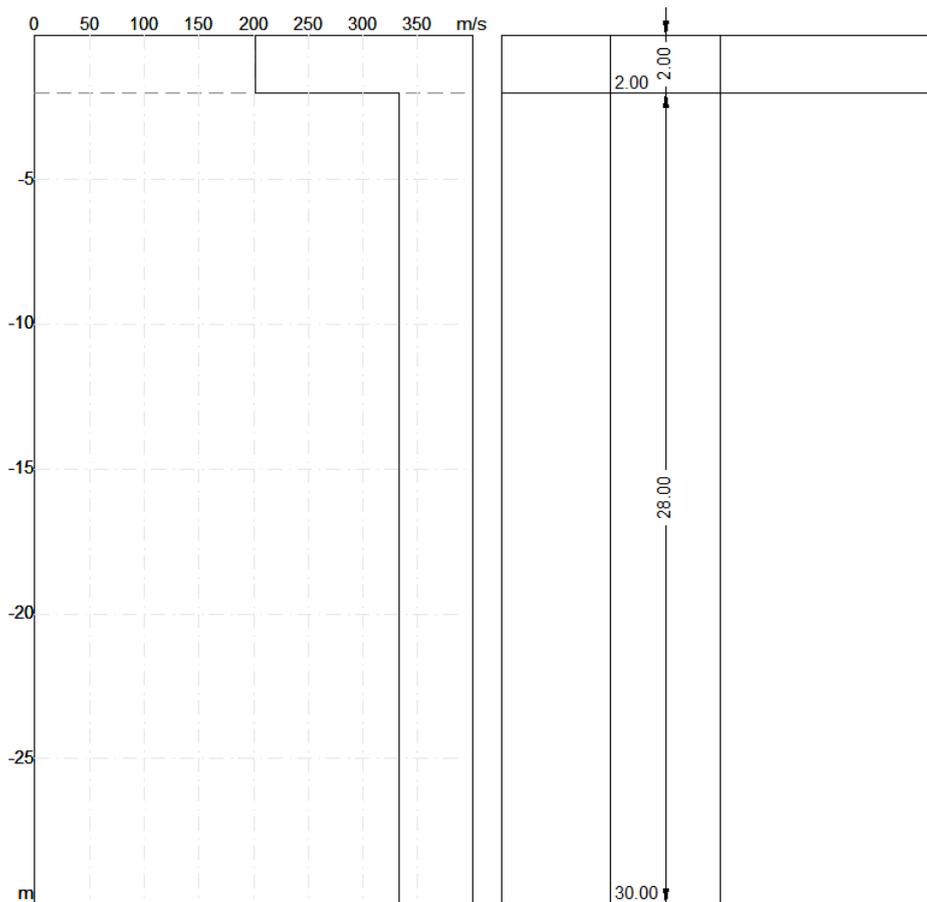
0.067 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.053







Risultati

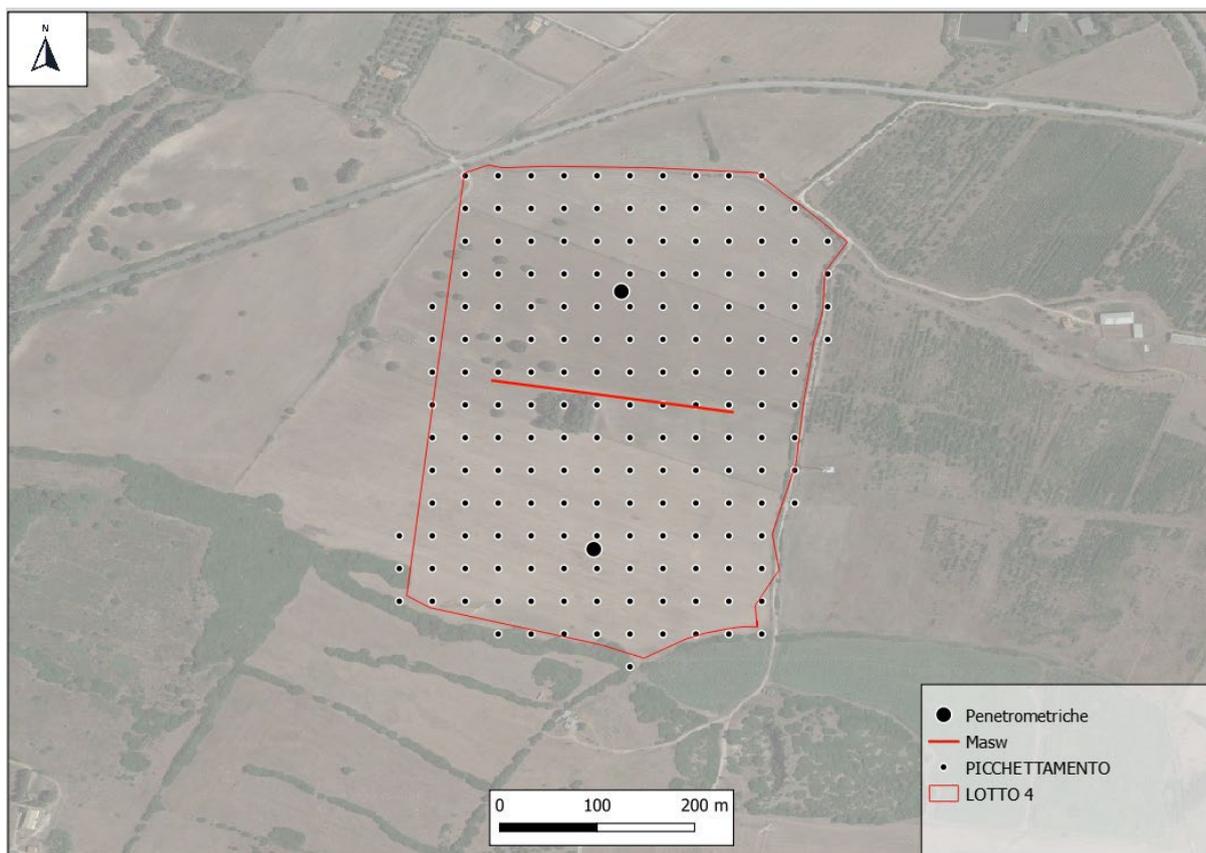
Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	319
Categoria del suolo	C

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

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Puglia* al n° 877 - sez. A.

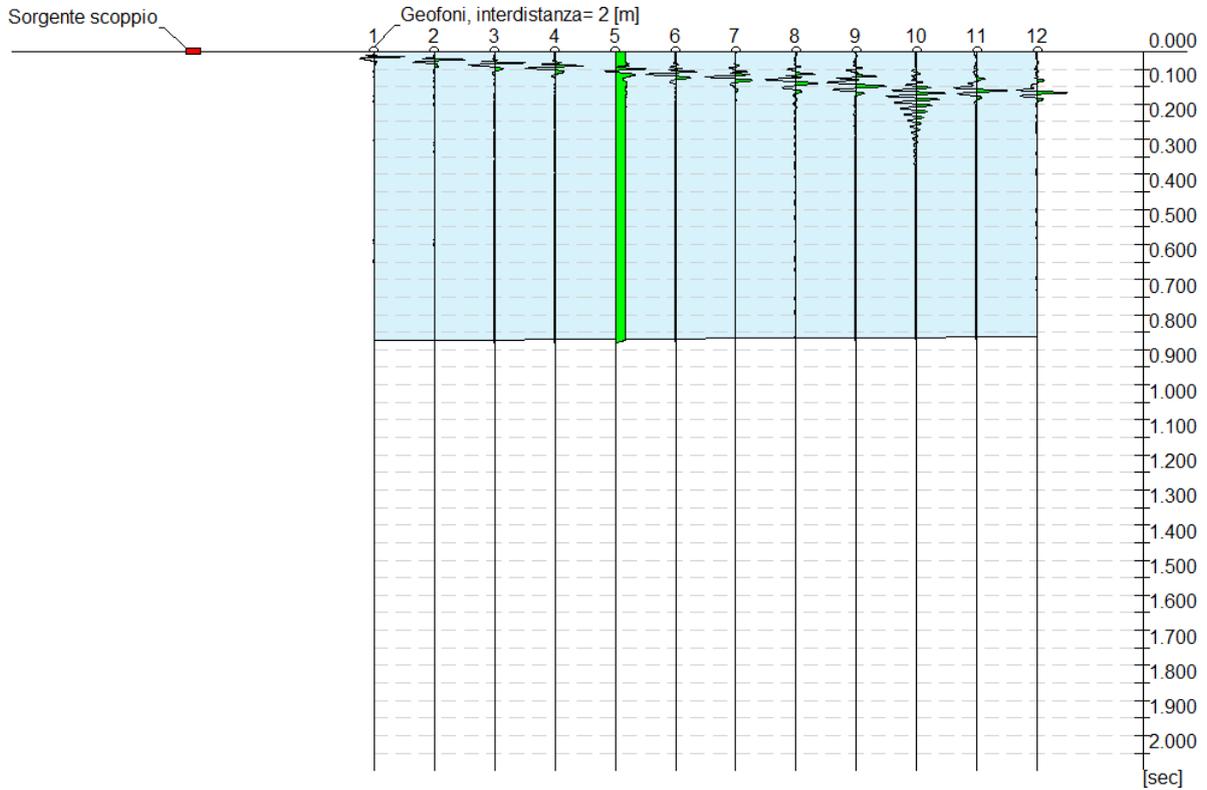
LOTTO 4

PLANIMETRIA LOTTO 4



Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

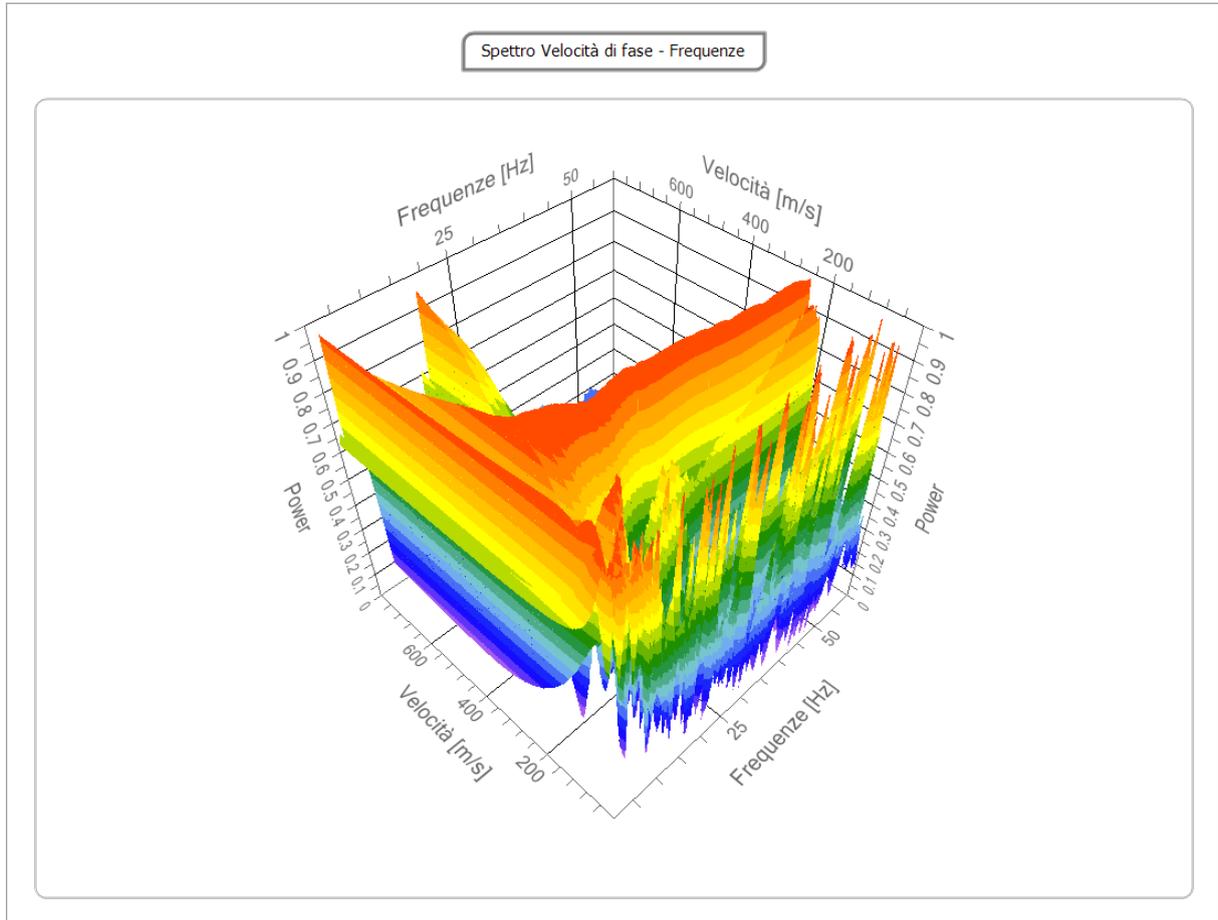


Analisi spettrale

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 | 1
[m/sec]



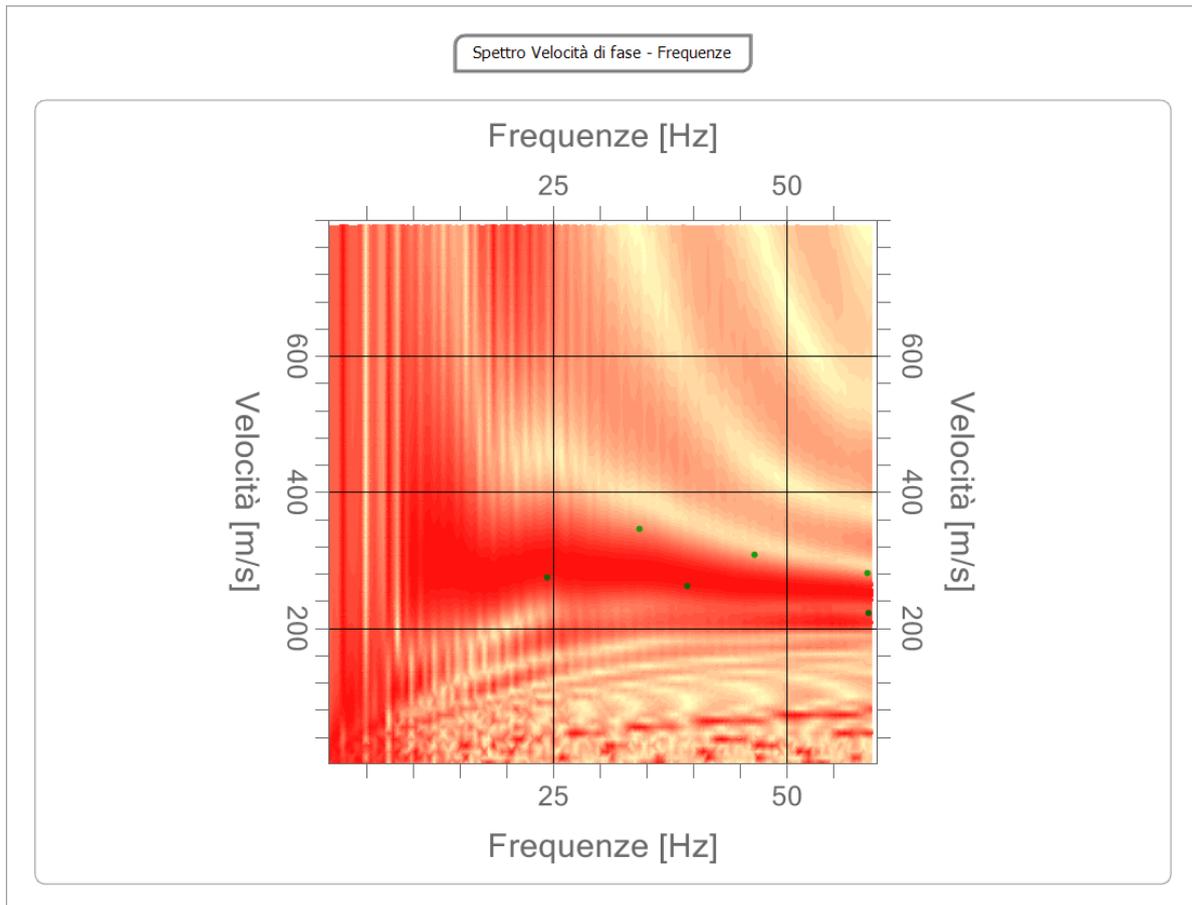
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	24.4	274.0	0
2	34.3	345.1	1
3	39.4	262.4	0



GeoTechnology

4	46.5	307.0	1
5	58.6	280.6	1
6	58.7	222.7	0

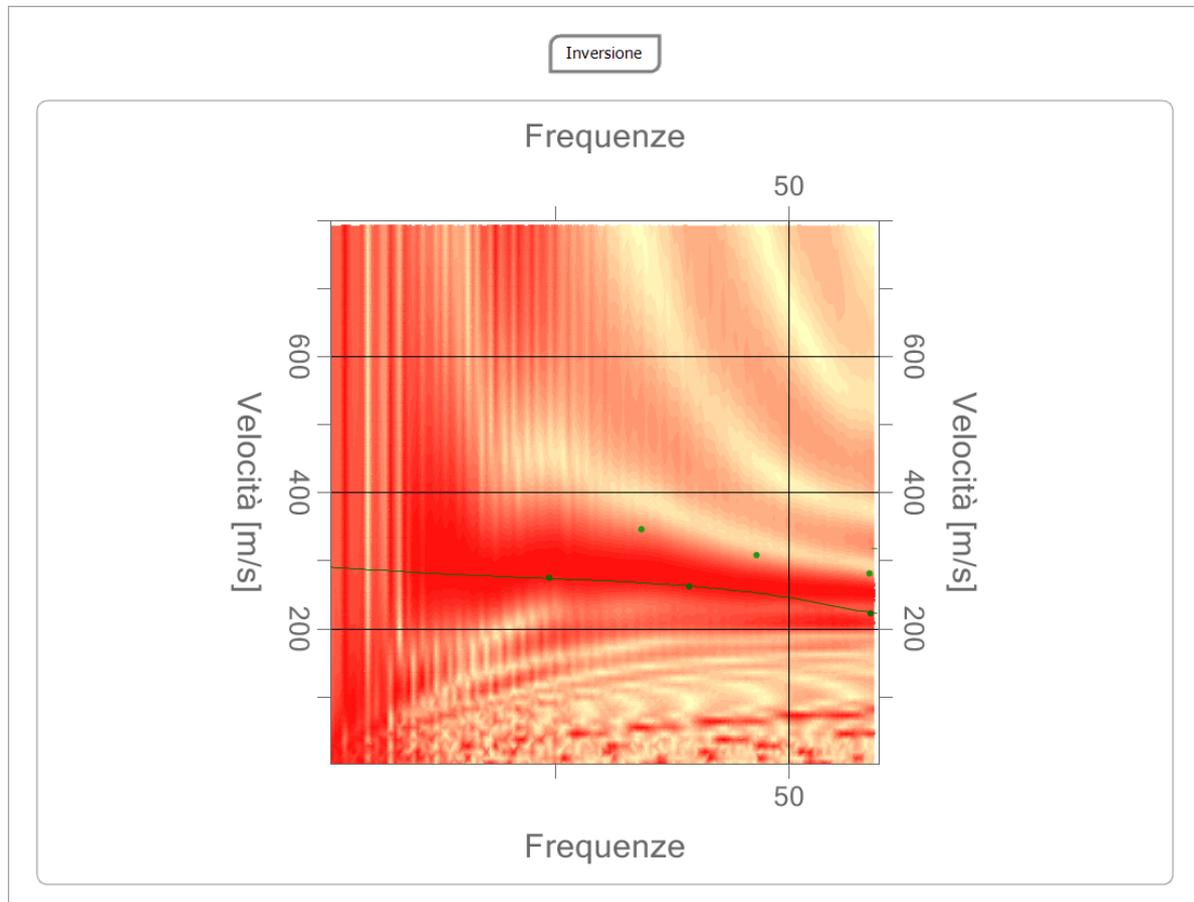


Percentuale di errore

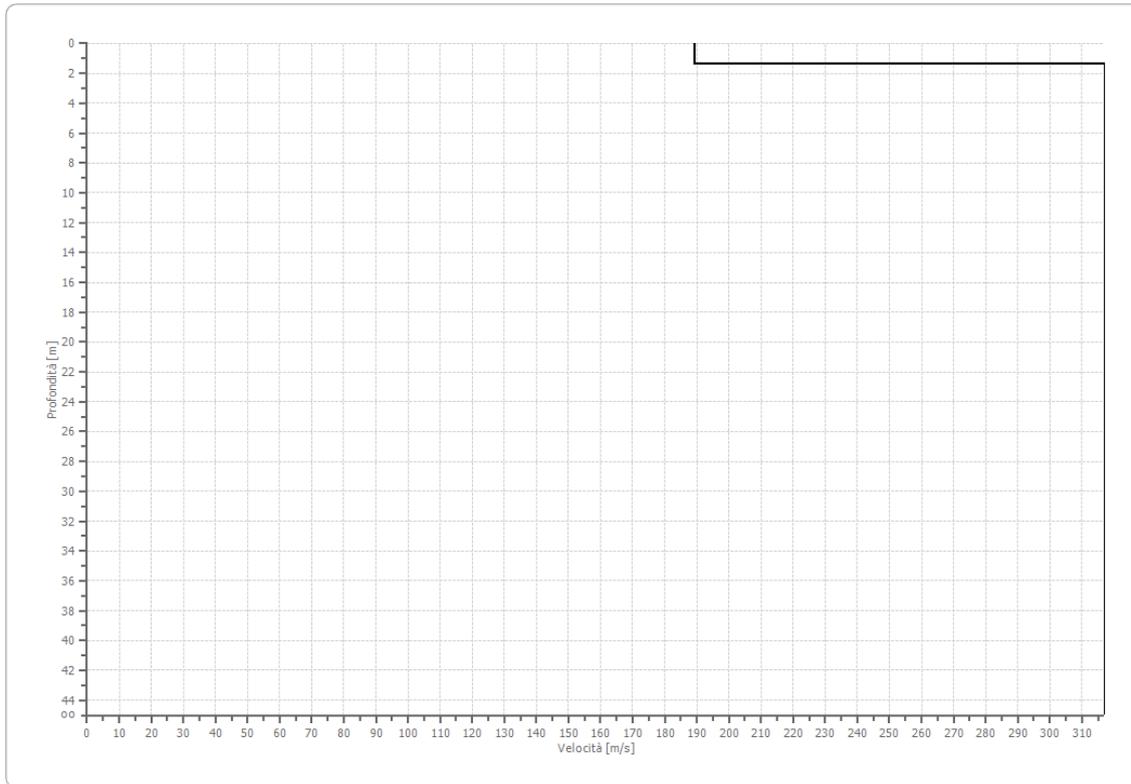
0.000 %

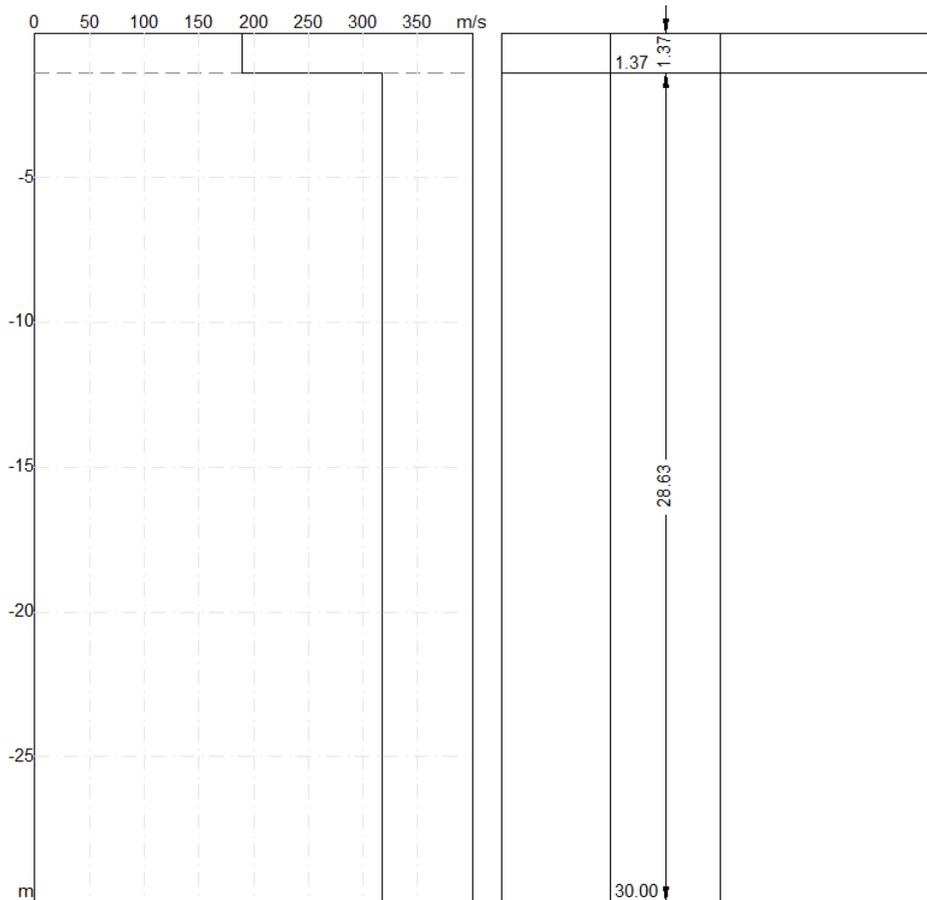
Fattore di disadattamento della soluzione

0.009



Profilo di velocità



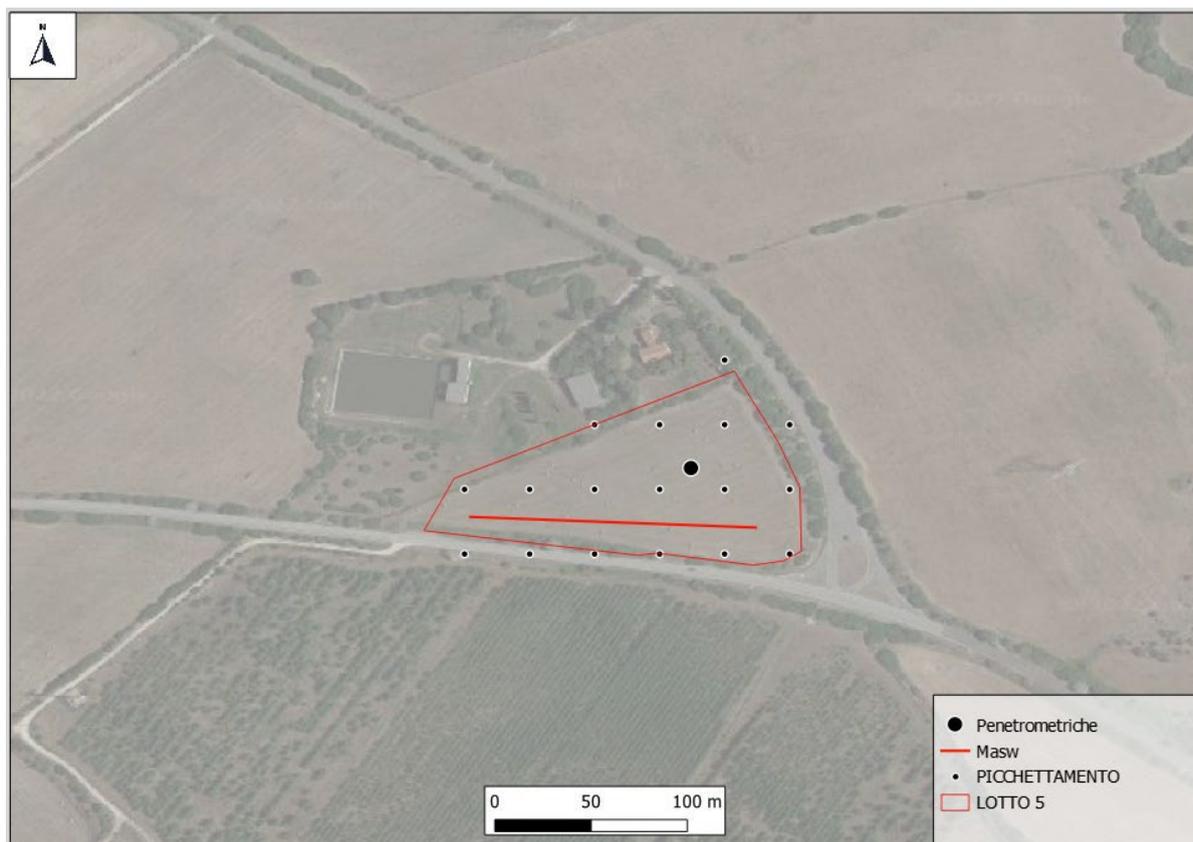


Risultati

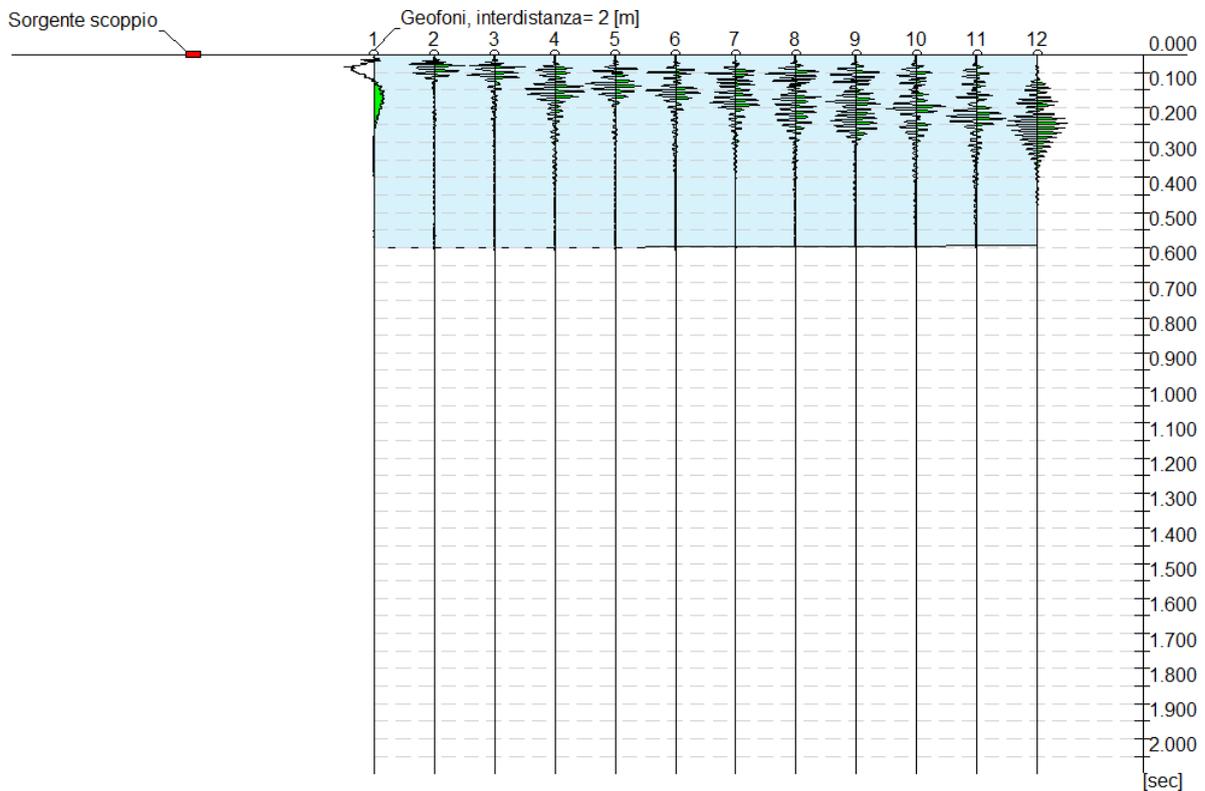
Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	308
Categoria del suolo	C

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

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

LOTTO 5**PLANIMETRIA LOTTO 5****Tracce**

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

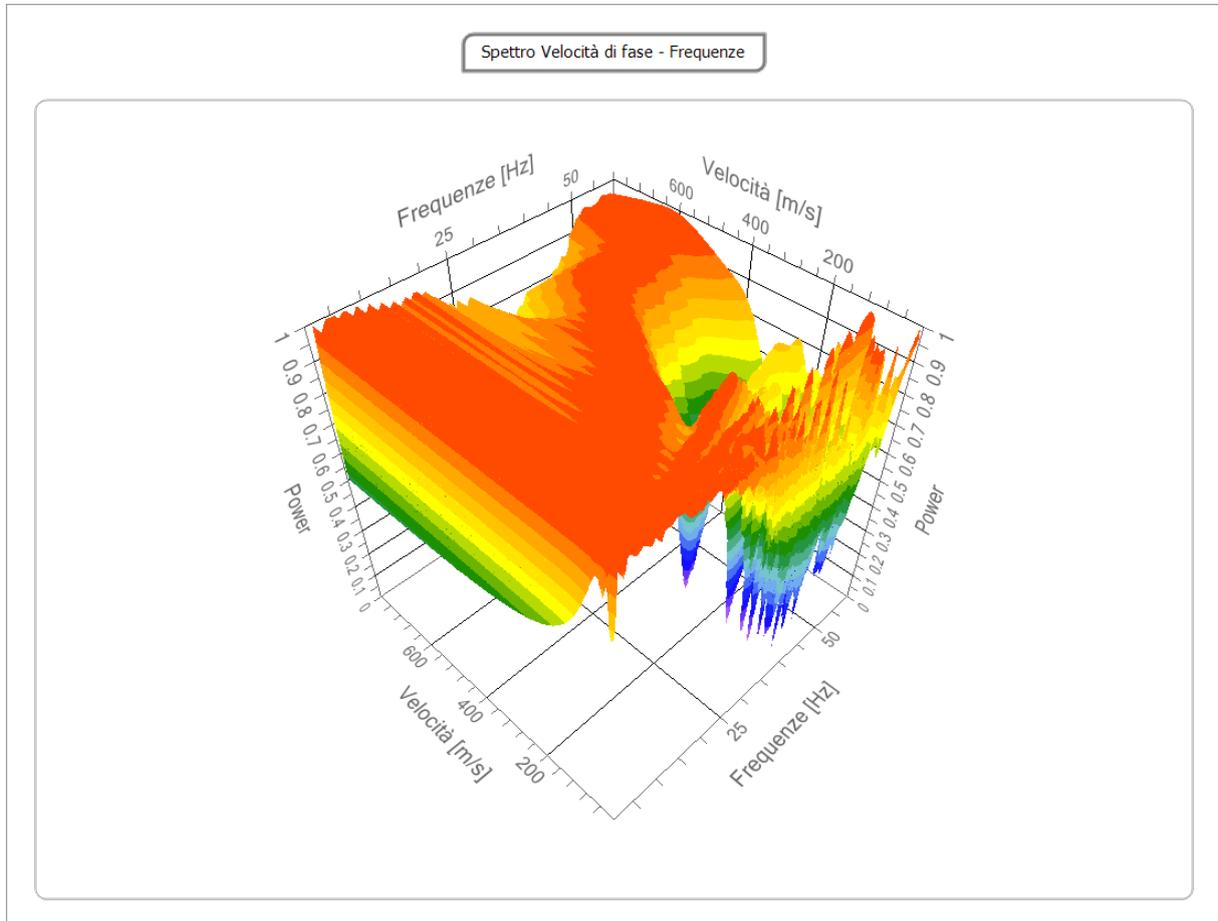


Analisi spettrale

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	1



[m/sec]

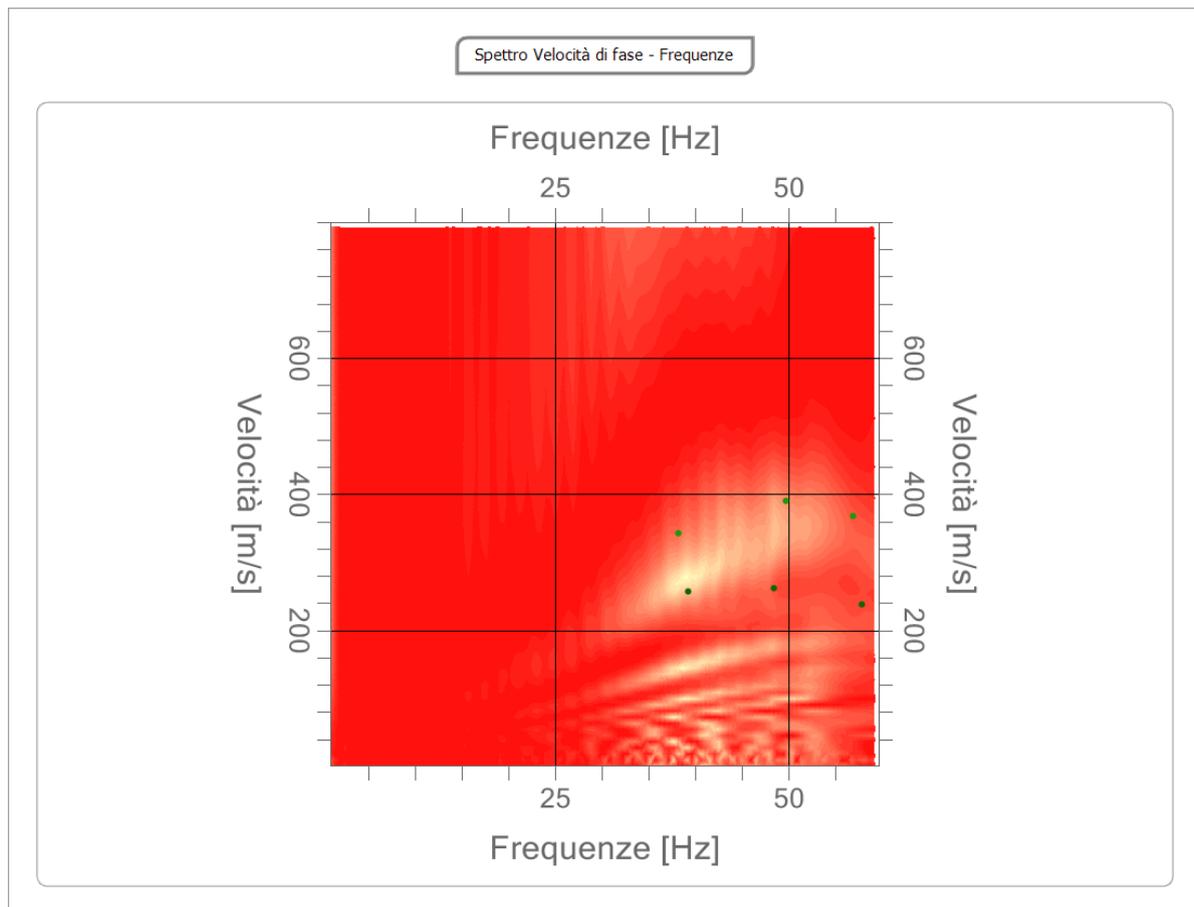


Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	39.3	257.4	0
2	38.2	343.4	1
3	49.7	389.7	1
4	48.5	262.4	0

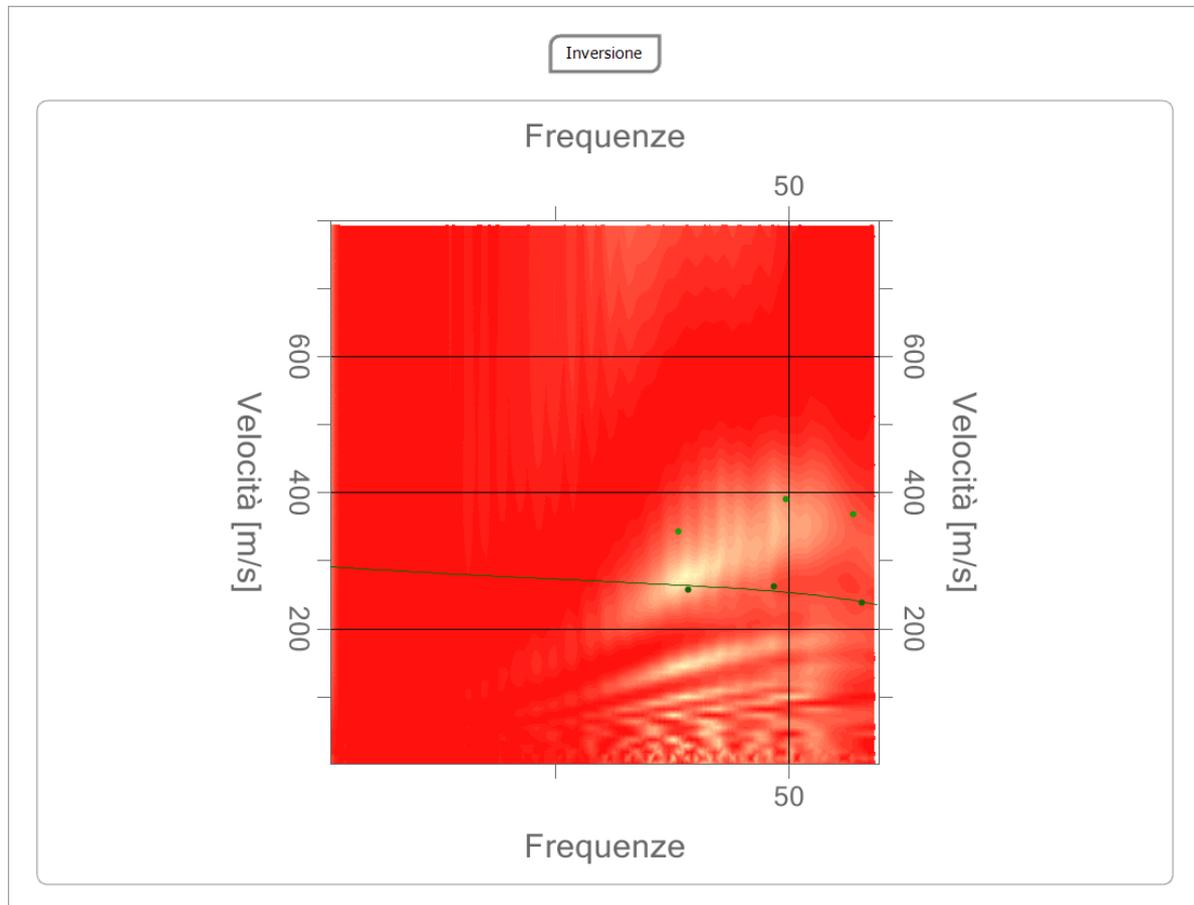


5	56.9	368.2	1
6	57.8	237.6	0



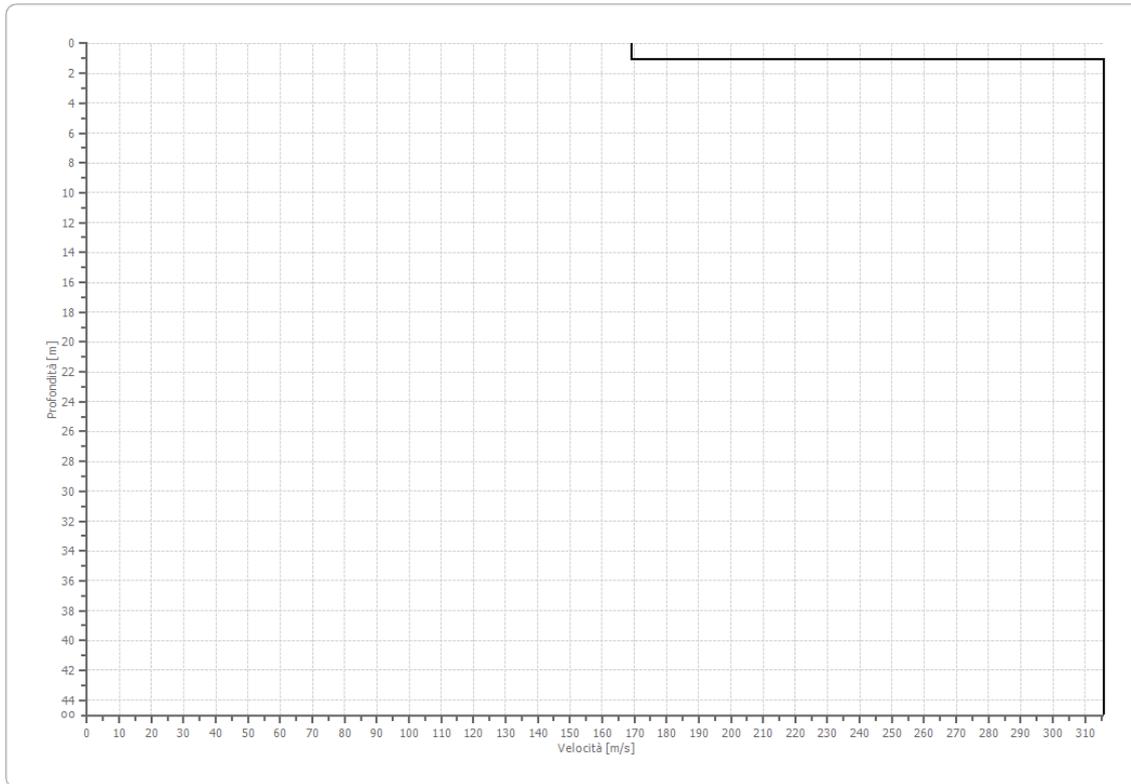
Percentuale di errore 0.049 %

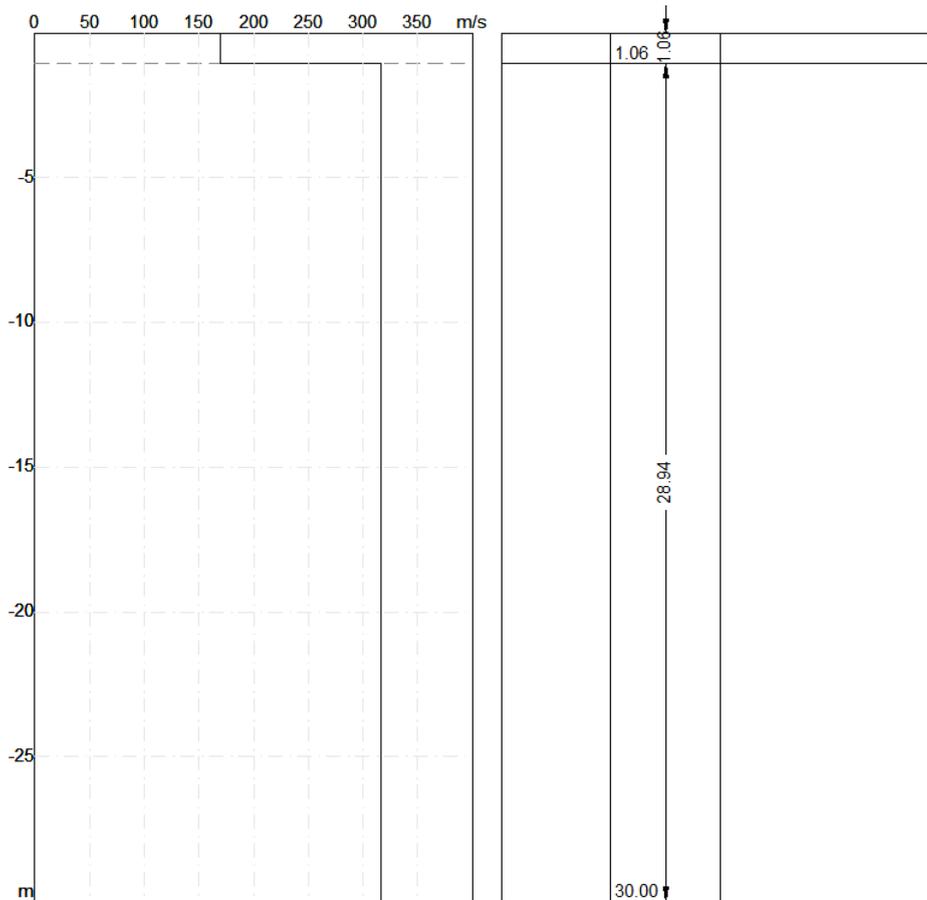
Fattore di disadattamento della soluzione 0.086





Profilo di velocità

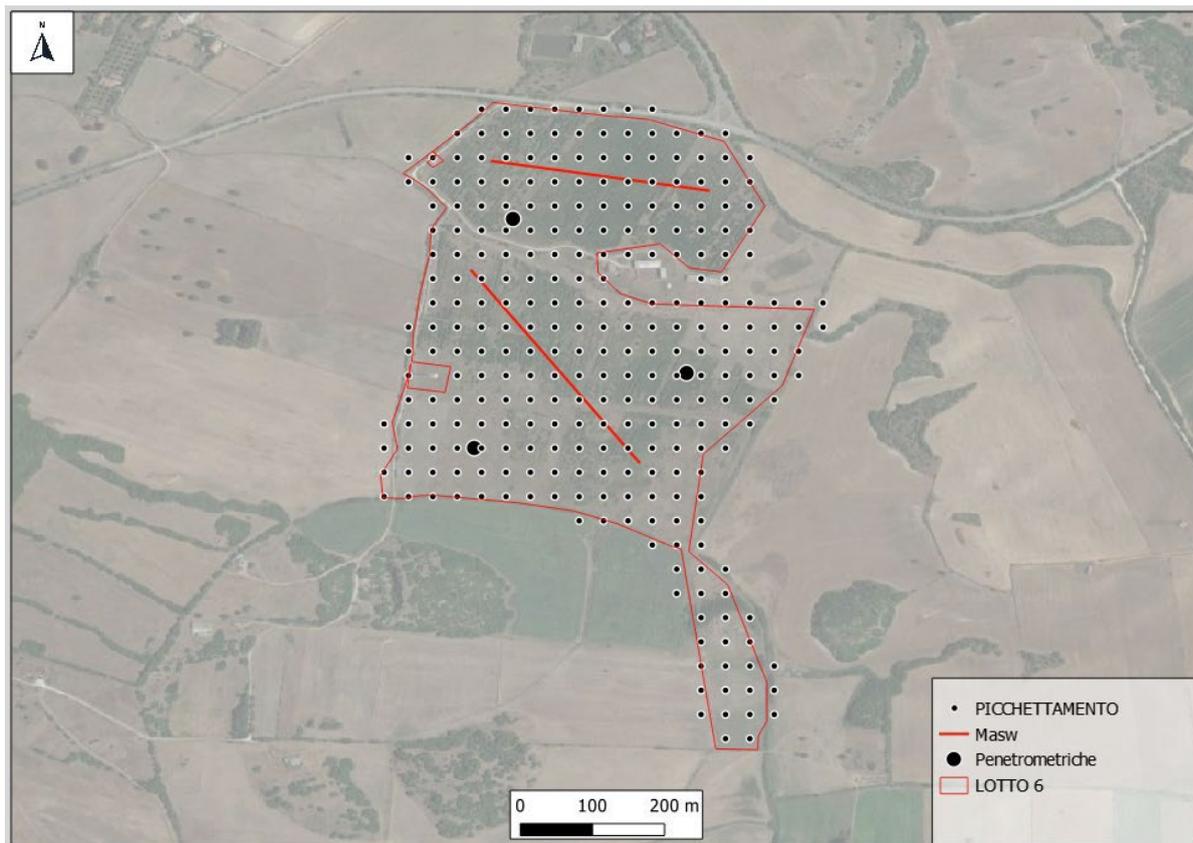




Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,30 [m/sec]	307
Categoria del suolo	C

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

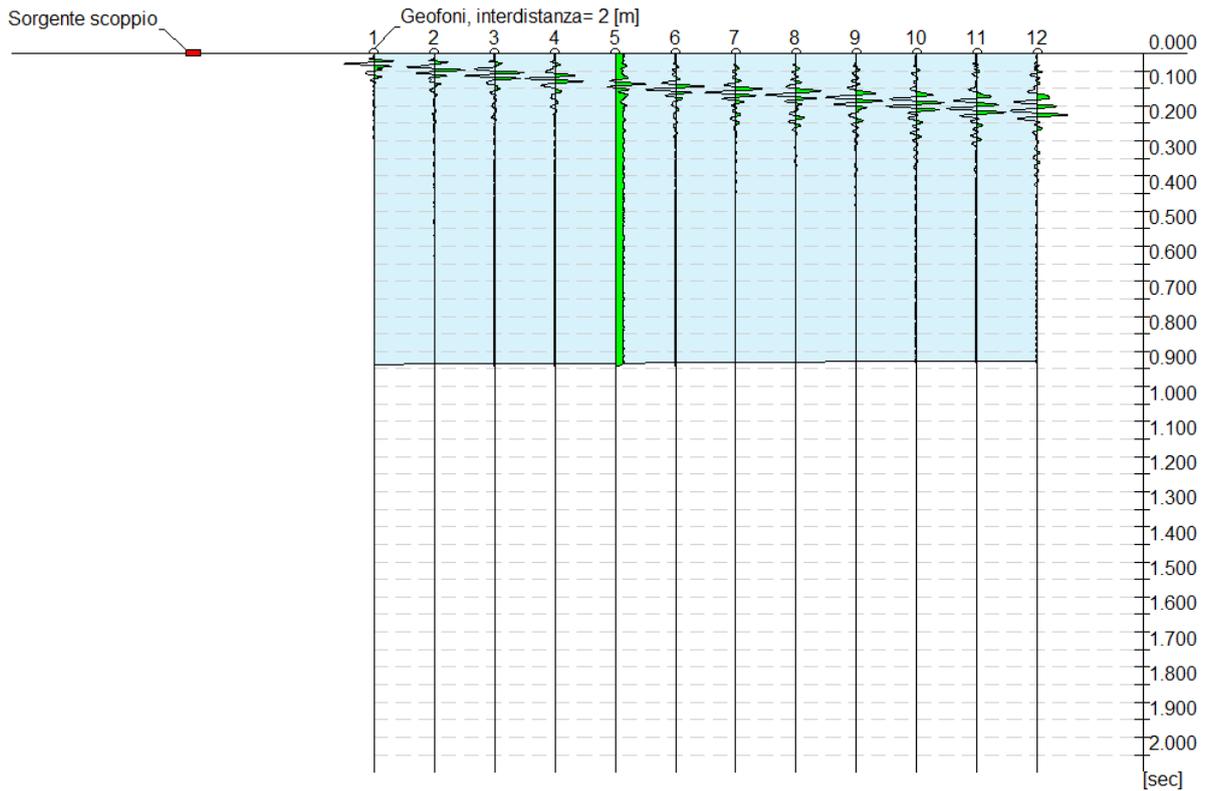
LOTTO 6**PLANIMETRIA LOTTO 6****PROVA 1****Tracce**

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0



GeoTechnology

Periodo di campionamento [msec] | 0.50



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz] | 1

Frequenza massima di elaborazione [Hz] | 60

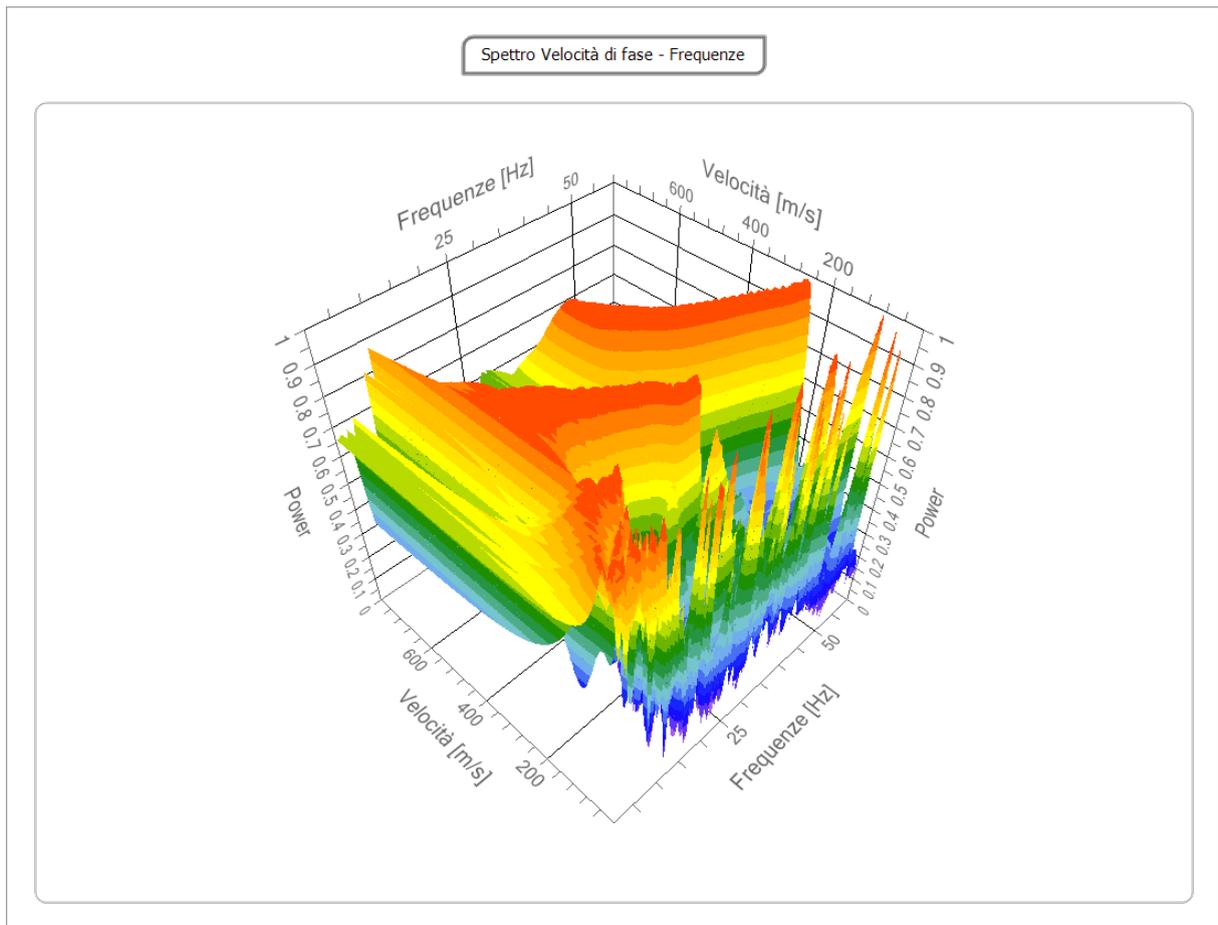
Velocità minima di elaborazione [m/sec] | 1

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.



Velocità massima di elaborazione [m/sec] 800

Intervallo velocità [m/sec] 1



Curva di dispersione

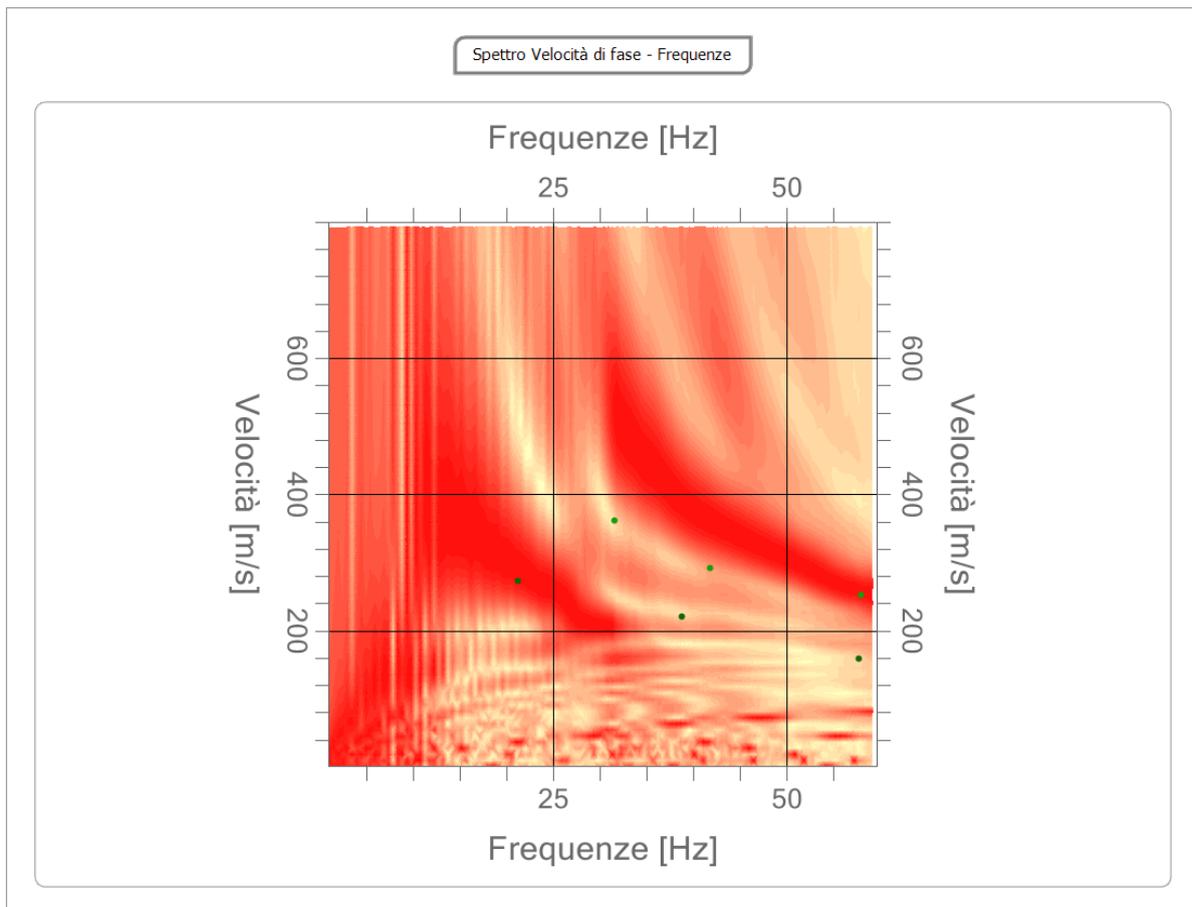
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	21.2	272.3	0
2	31.6	361.6	1

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

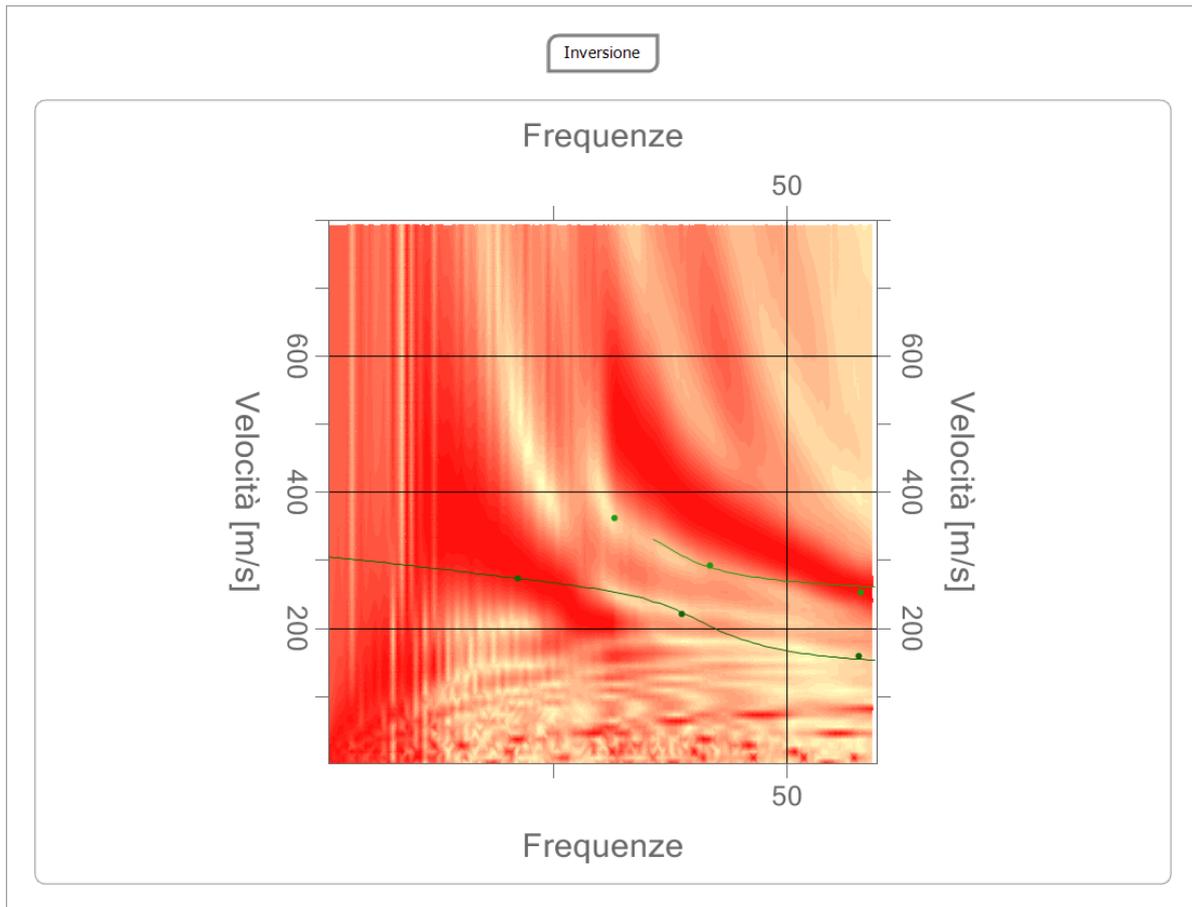


GeoTechnology

3	38.8	221.0	0
4	41.8	292.1	1
5	57.9	252.4	1
6	57.7	158.2	0

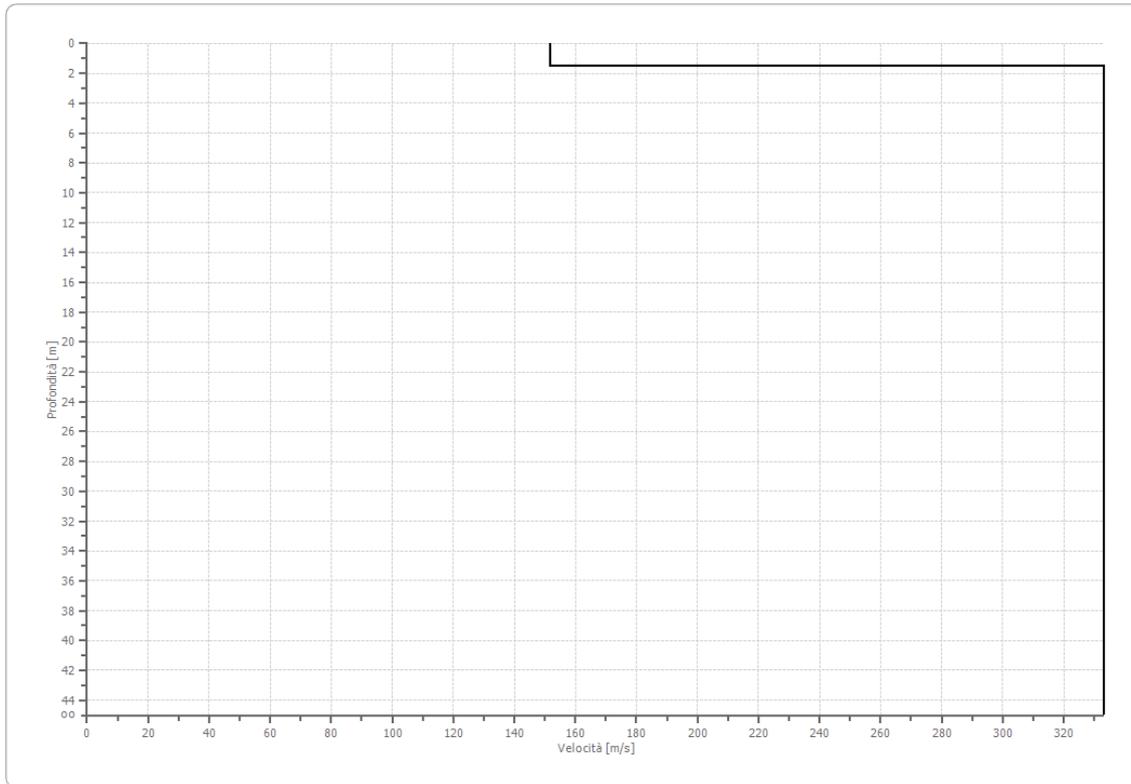


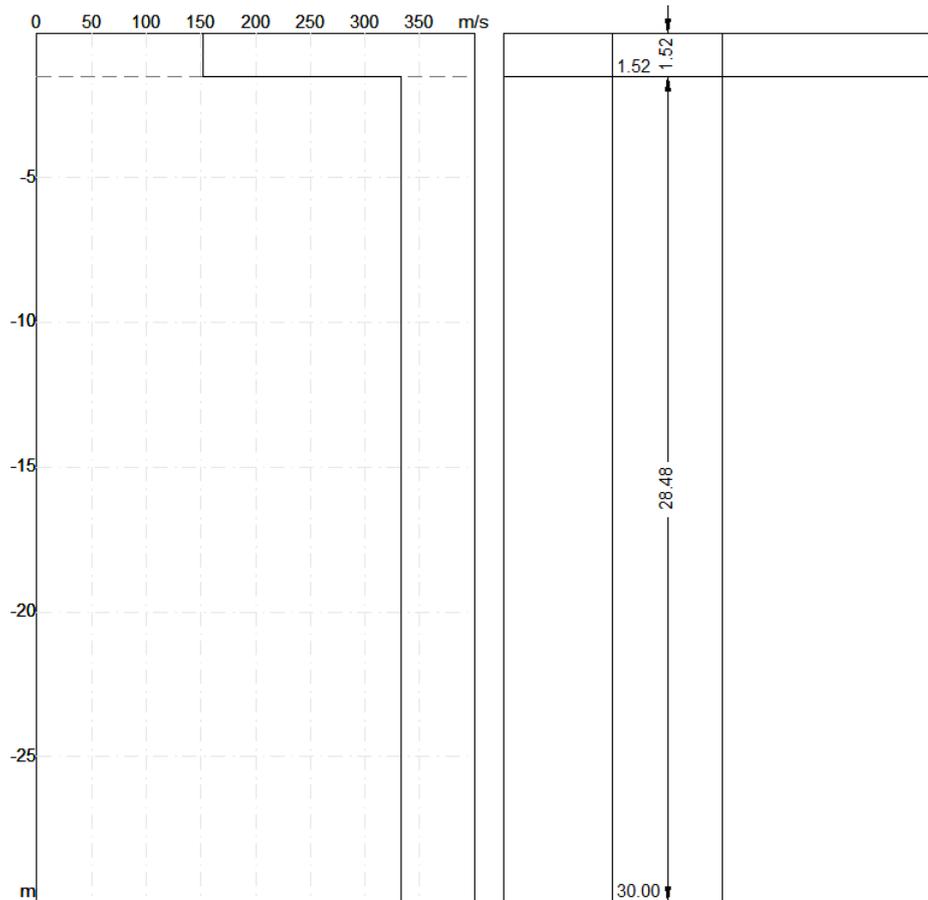
Percentuale di errore	0.036 %
Fattore di disadattamento della soluzione	0.041





Profilo di velocità





Risultati

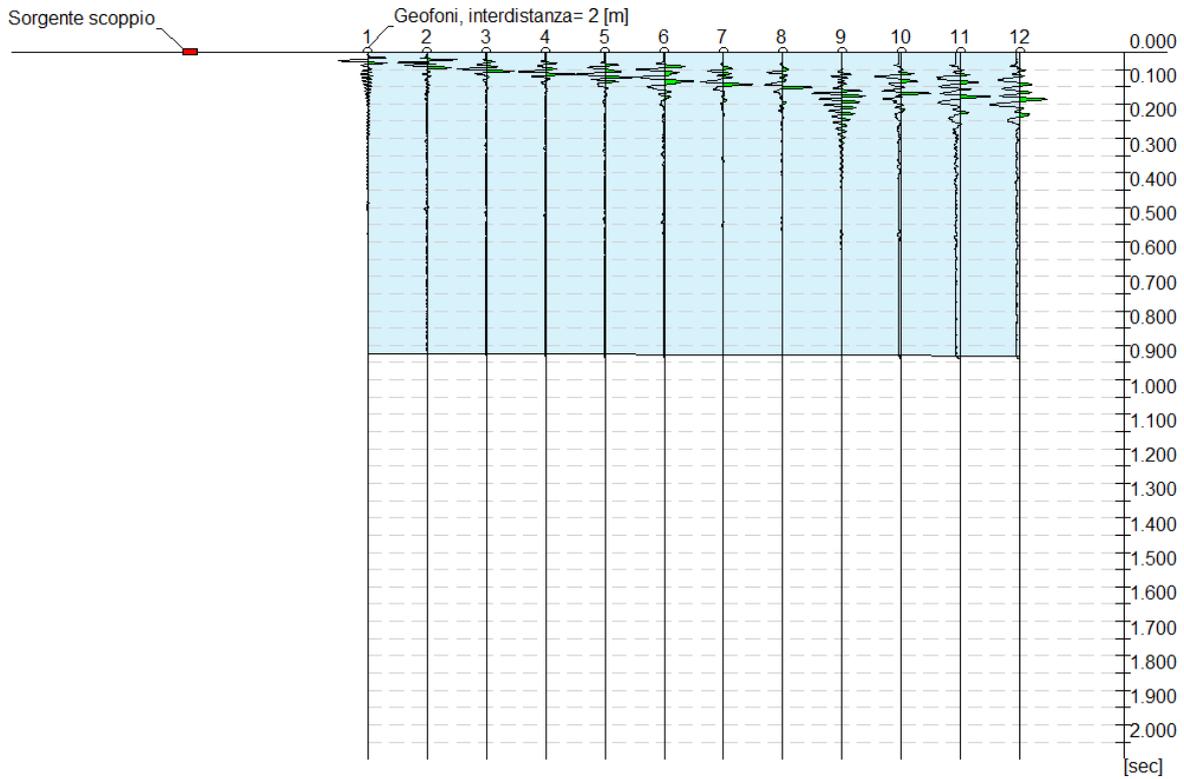
Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	314
Categoria del suolo	C

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

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
 specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
 iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

PROVA 2**Tracce**

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50

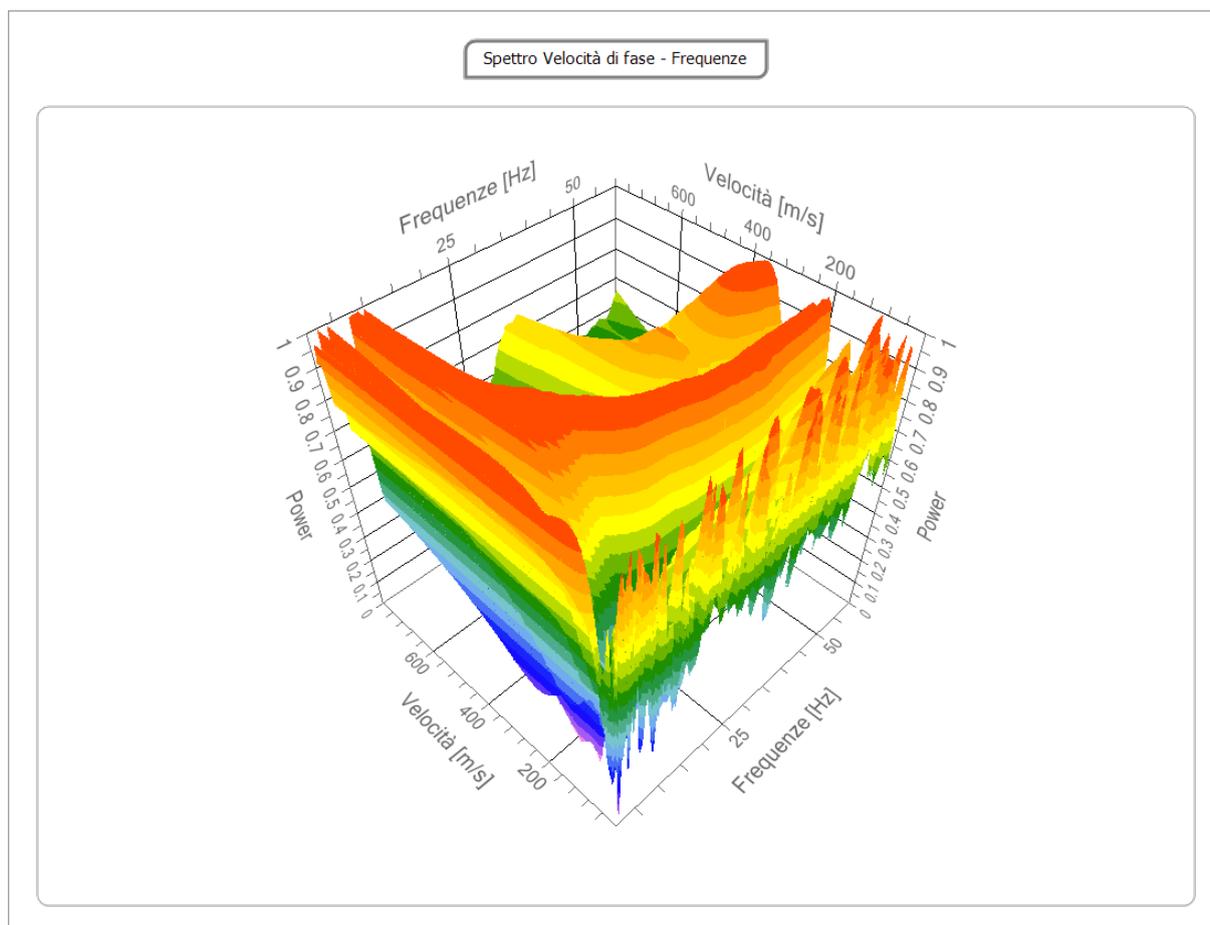




GeoTechnology

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

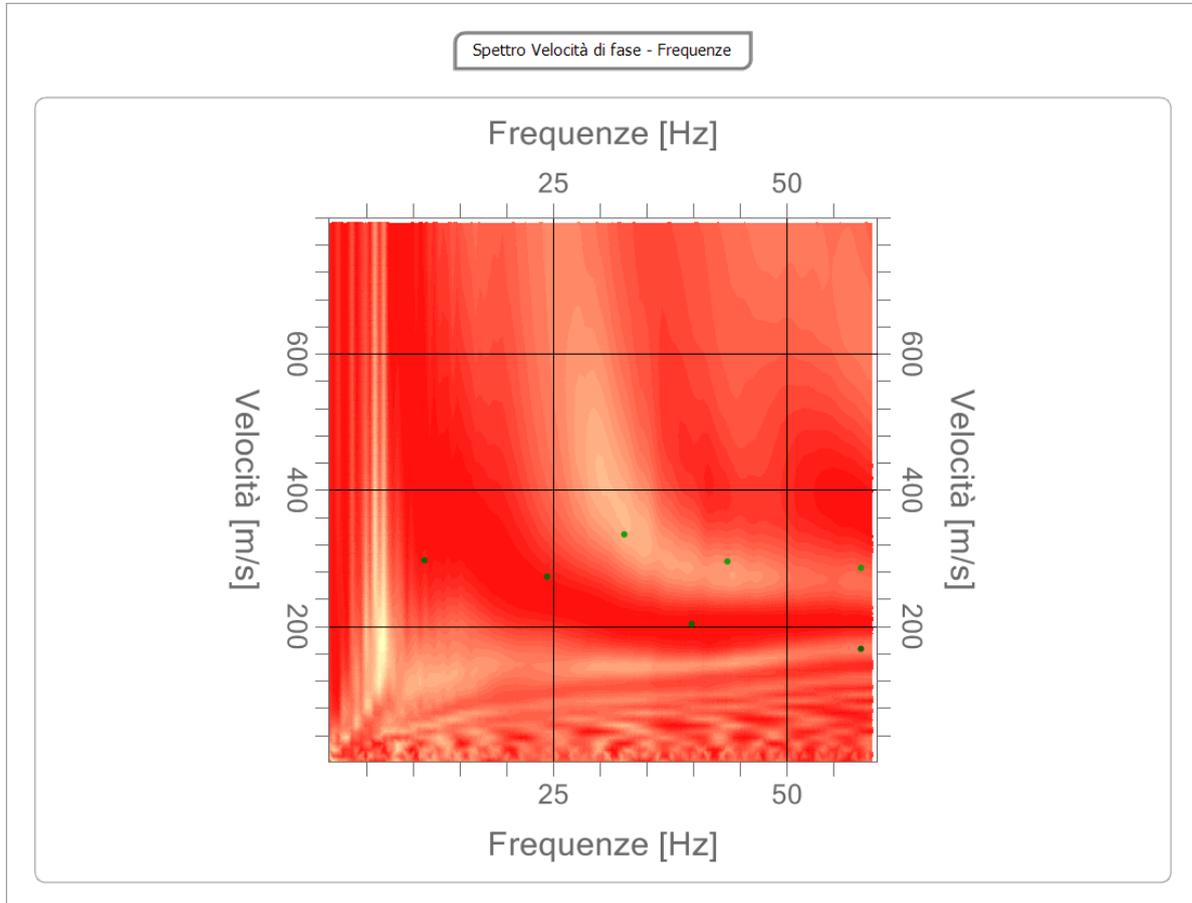


Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	11.3	297.1	0
2	24.4	272.3	0
3	32.6	335.2	1
4	39.9	202.8	0
5	43.6	295.5	1
6	57.9	285.5	1

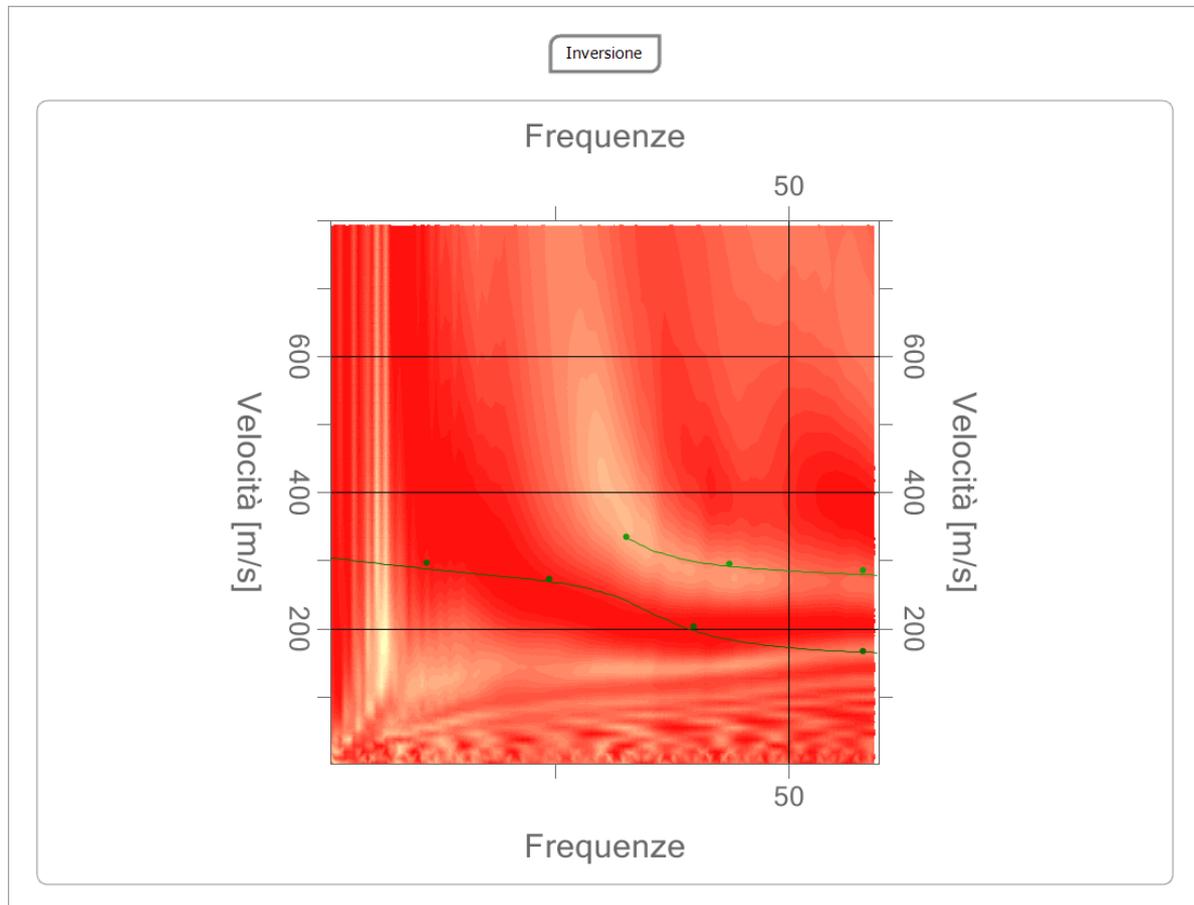


7	57.9	166.4	0
---	------	-------	---



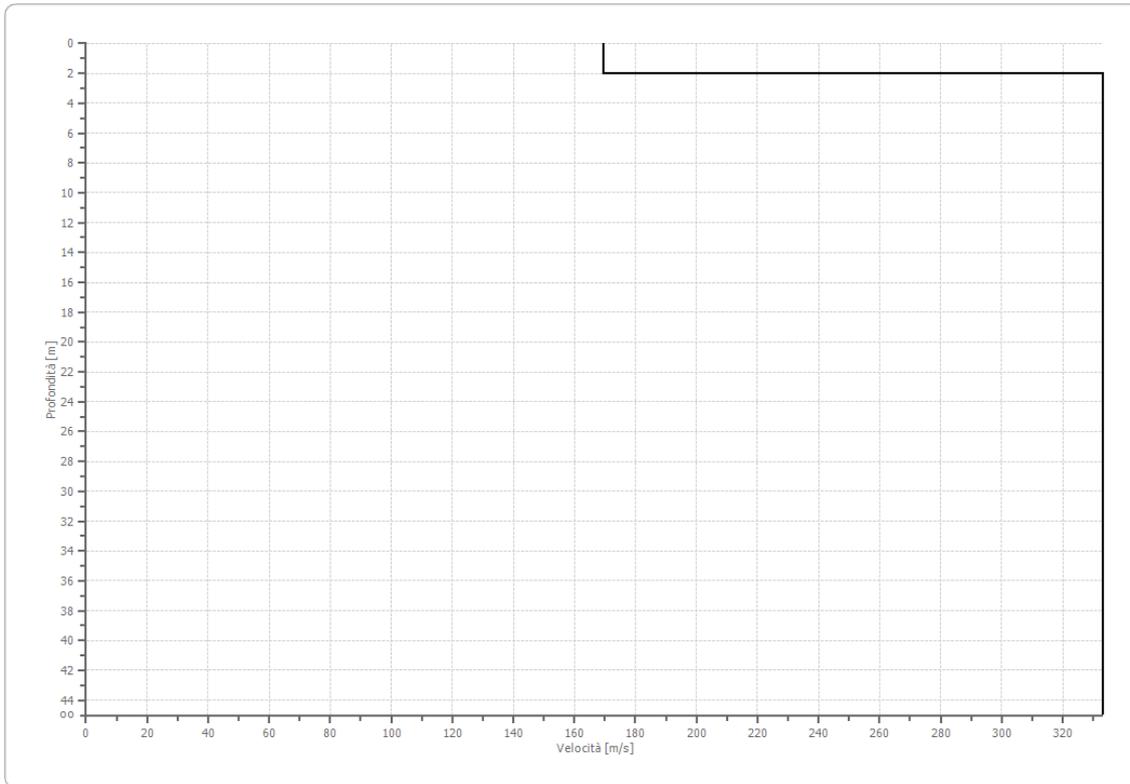
Percentuale di errore 0.039 %

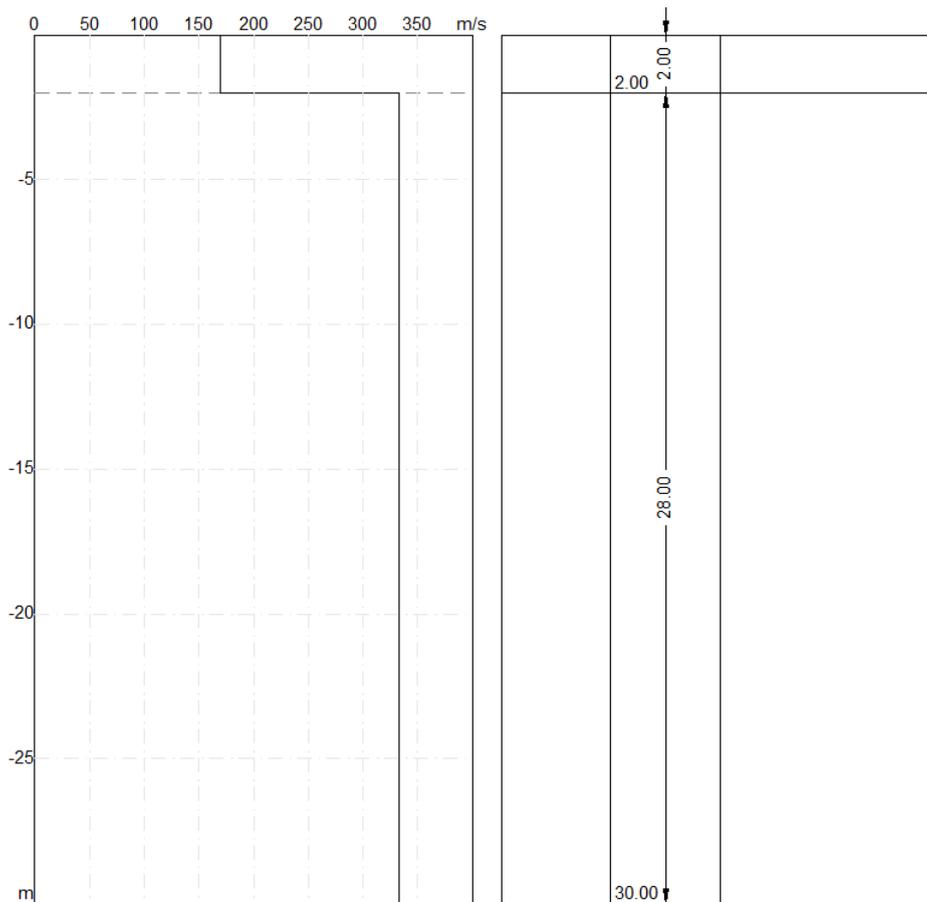
Fattore di disadattamento della soluzione 0.020





Profilo di velocità





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	313
Categoria del suolo	C

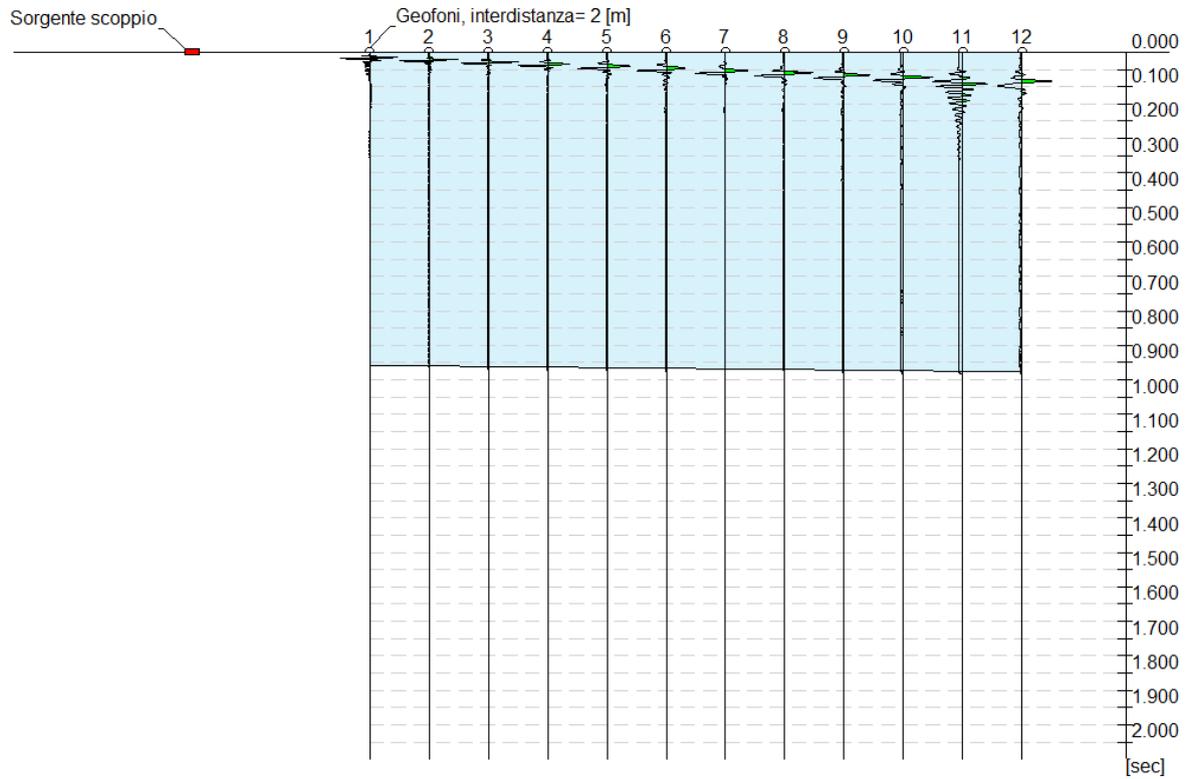
Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s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

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
 specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
 iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

LOTTO 9**PLANIMETRIA LOTTO 9**

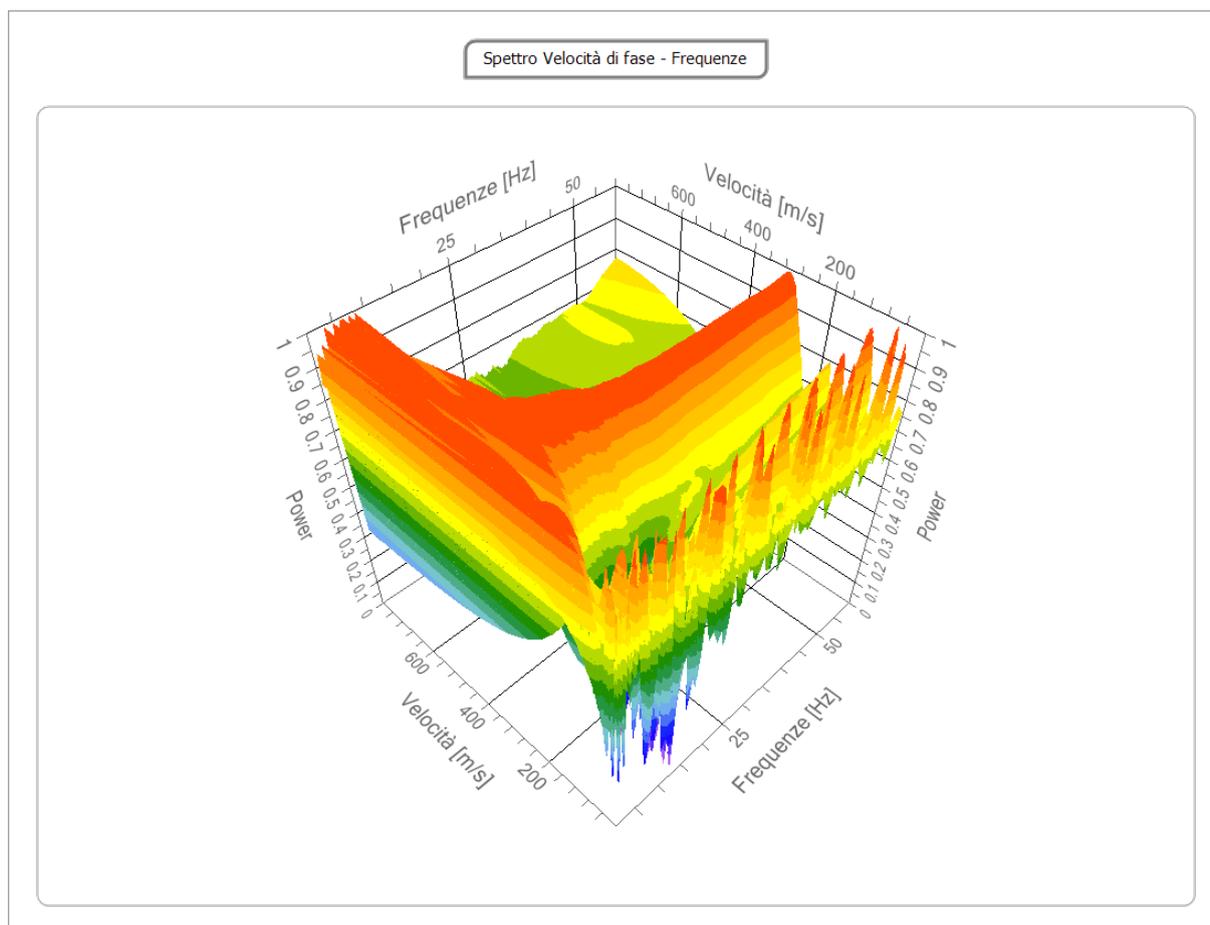
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50



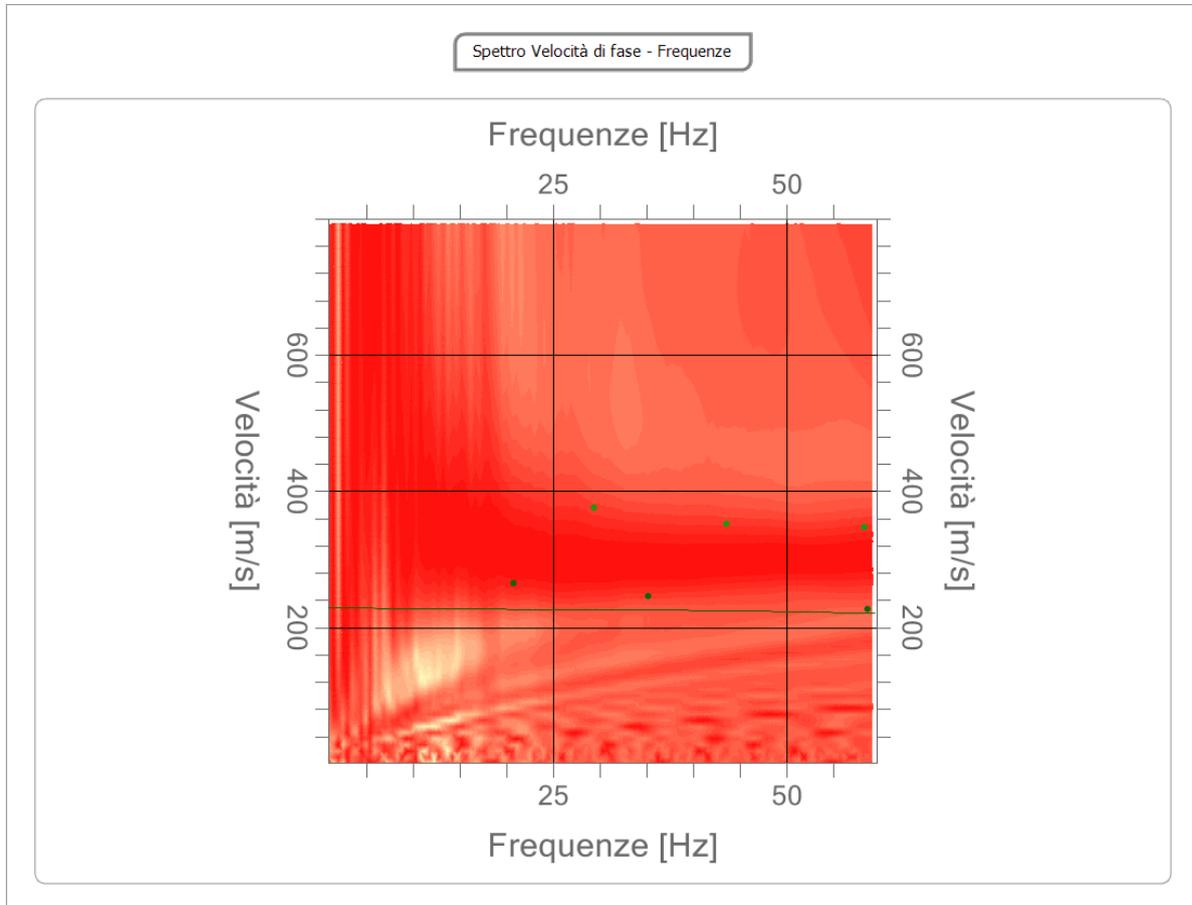


Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	20.7	265.7	0
2	29.3	376.5	1
3	35.1	245.8	0
4	43.5	351.7	1
5	58.3	346.7	1
6	58.6	227.6	0



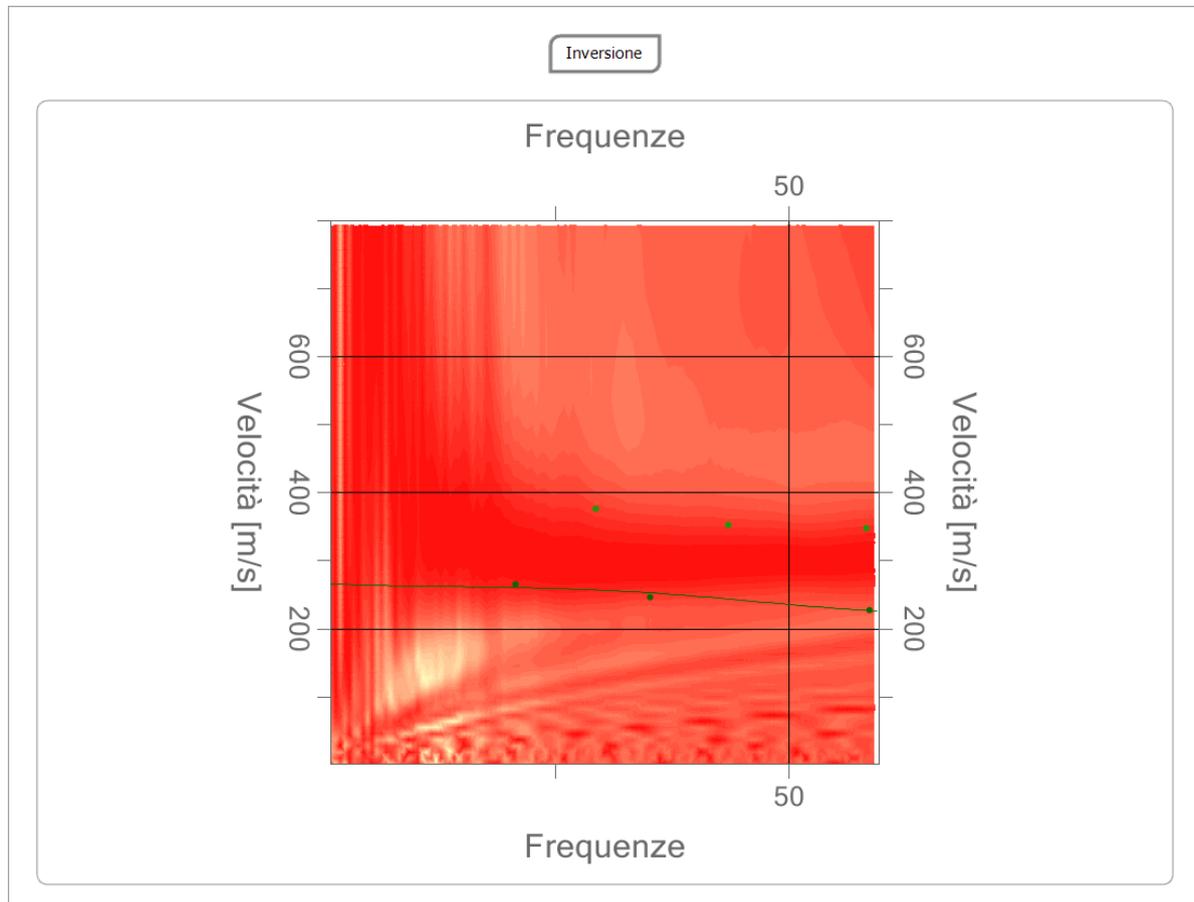


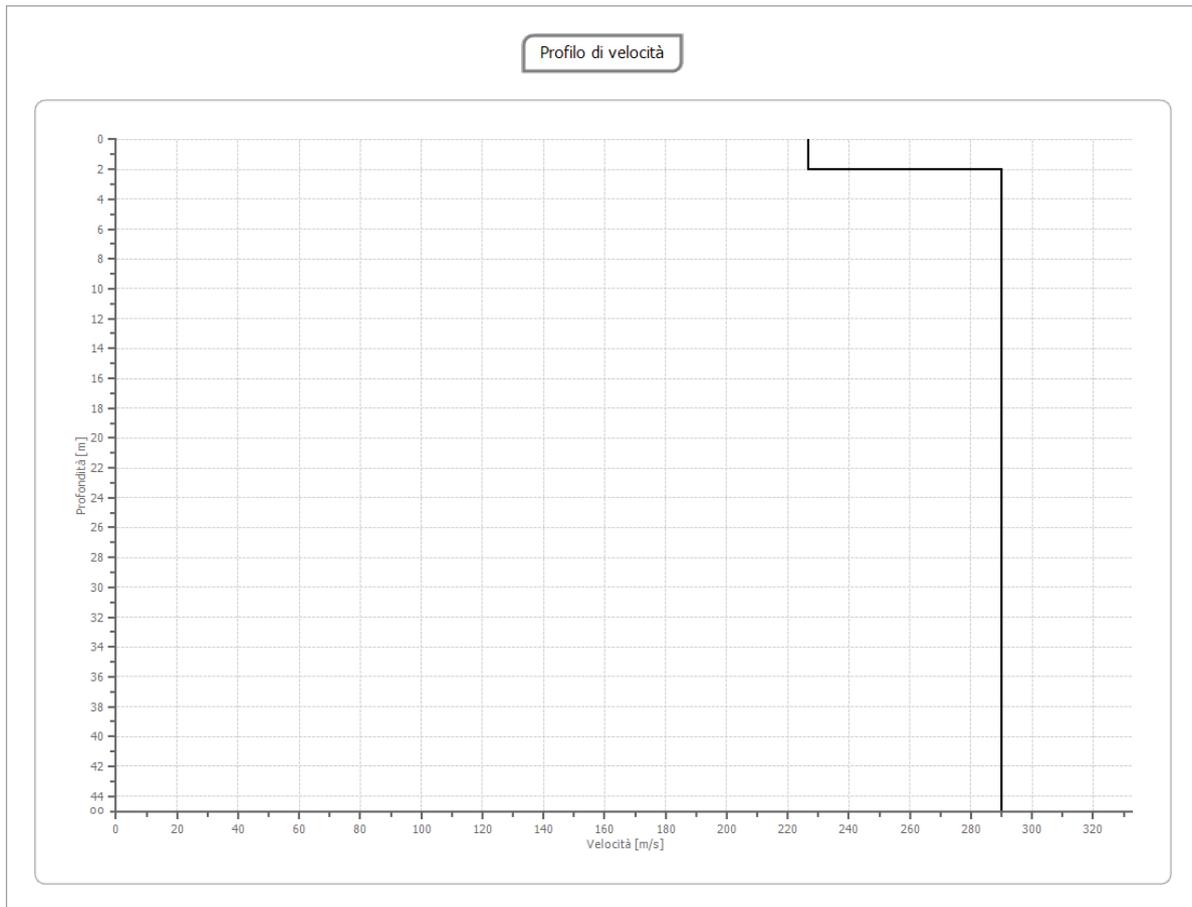
Percentuale di errore

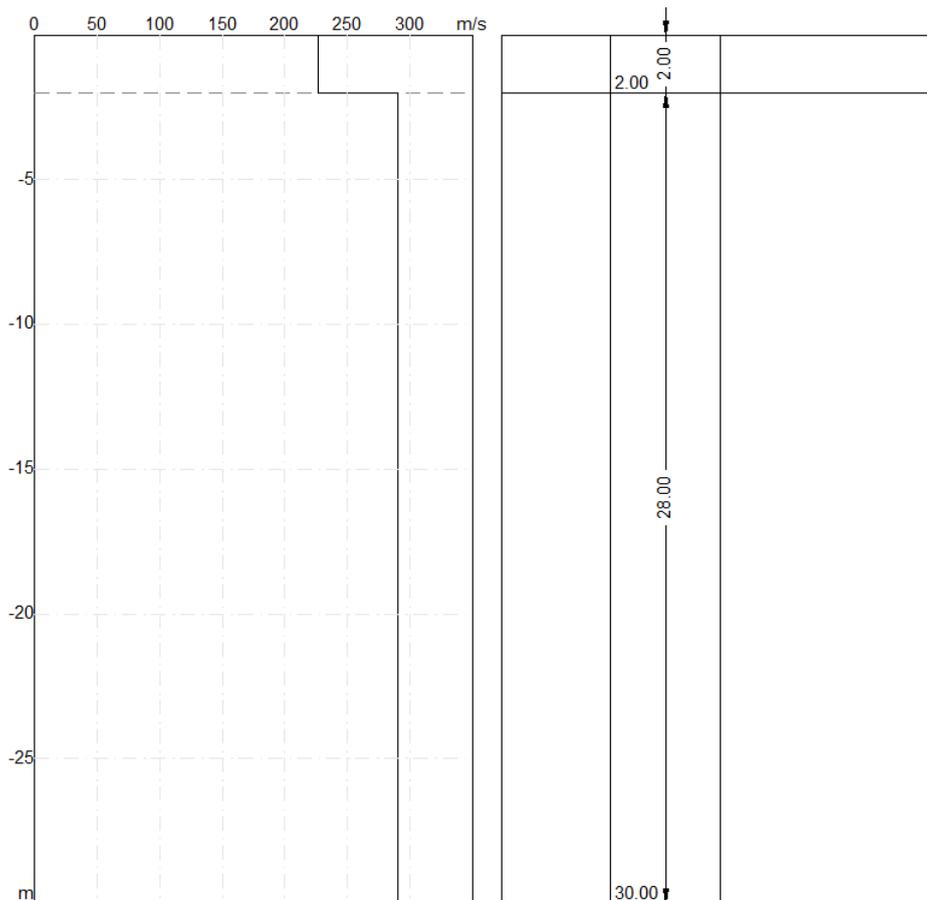
0.042 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.080







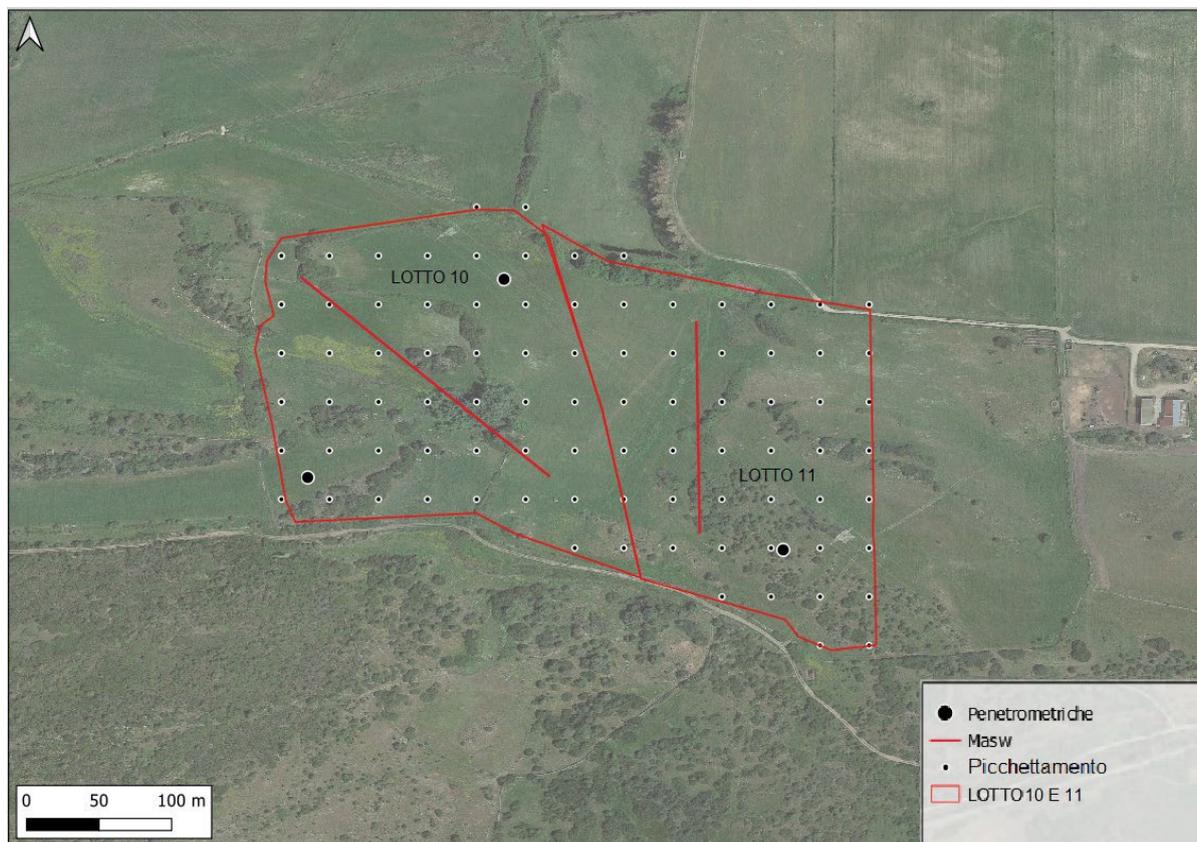
Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,30 [m/sec]	285
Categoria del suolo	C

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

LOTTI 10 E 11

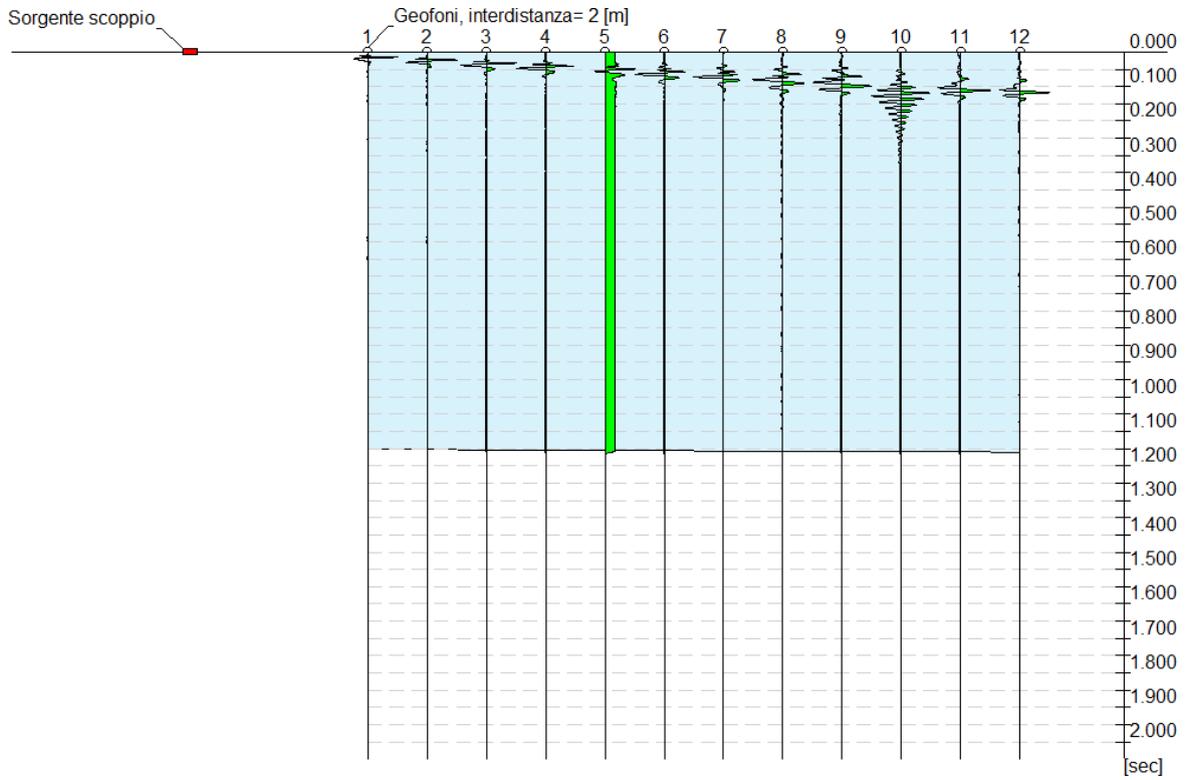
PLANIMETRIA LOTTI 10 E 11



PROVA MASW 1 – LOTTO 10

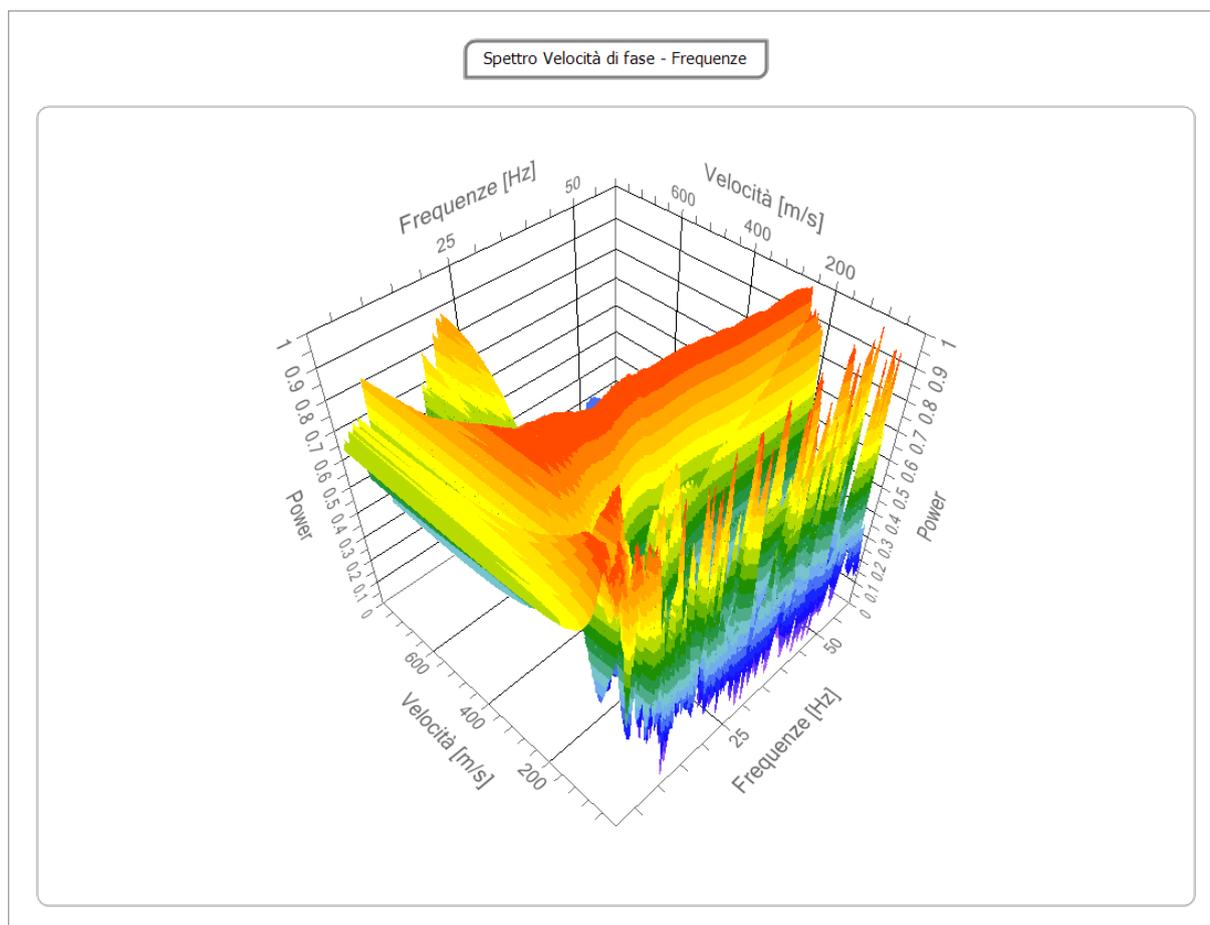
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50



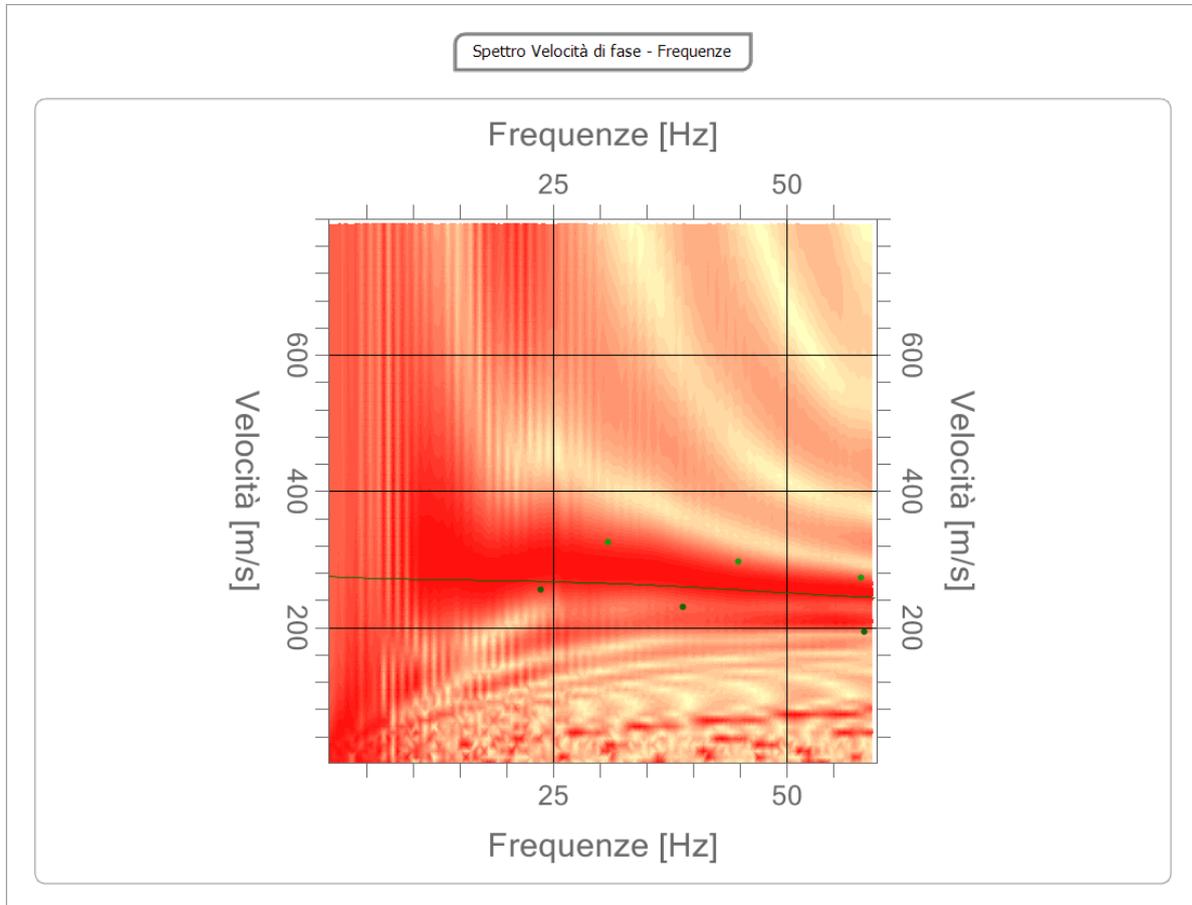


Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	23.6	255.8	0
2	30.9	325.2	1
3	38.9	230.9	0
4	44.8	297.1	1
5	57.9	272.3	1
6	58.3	194.5	0

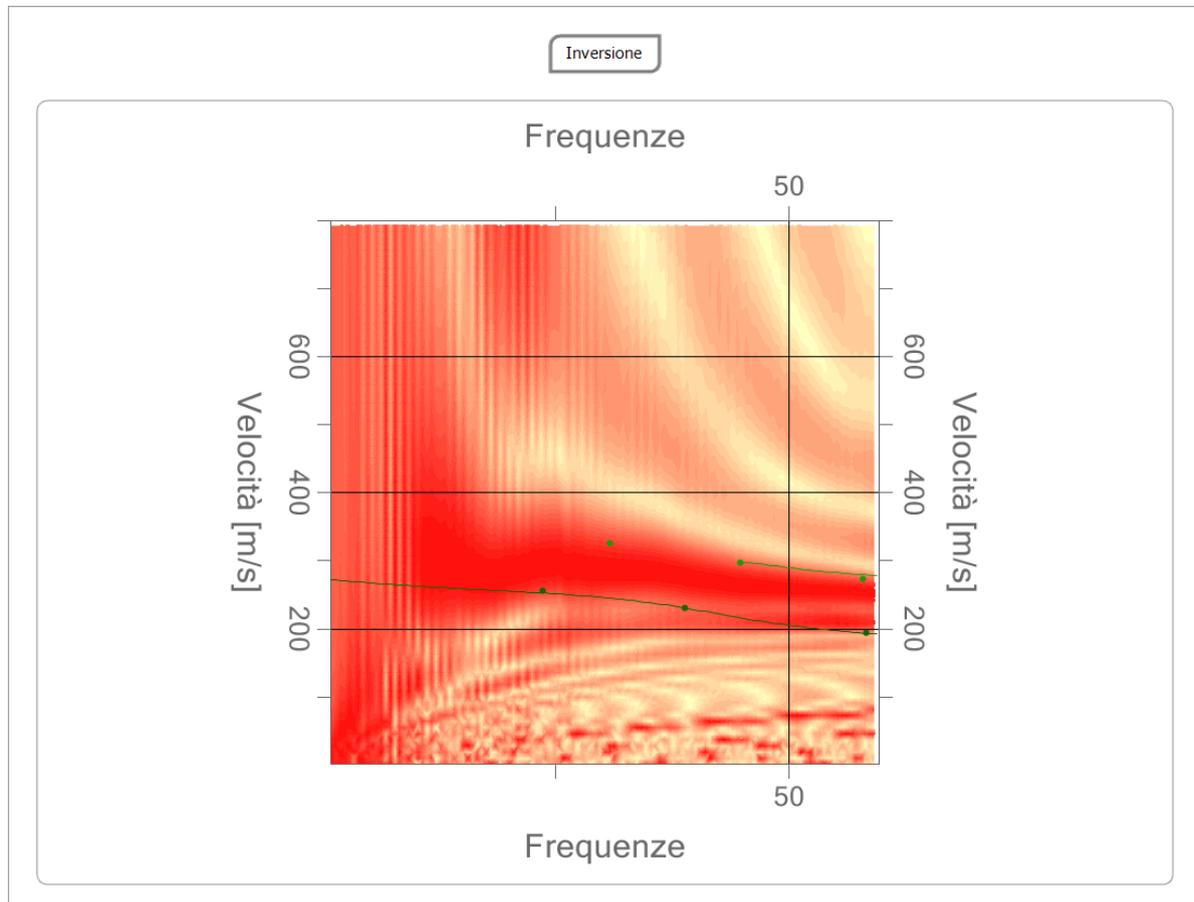


Percentuale di errore

0.020 %

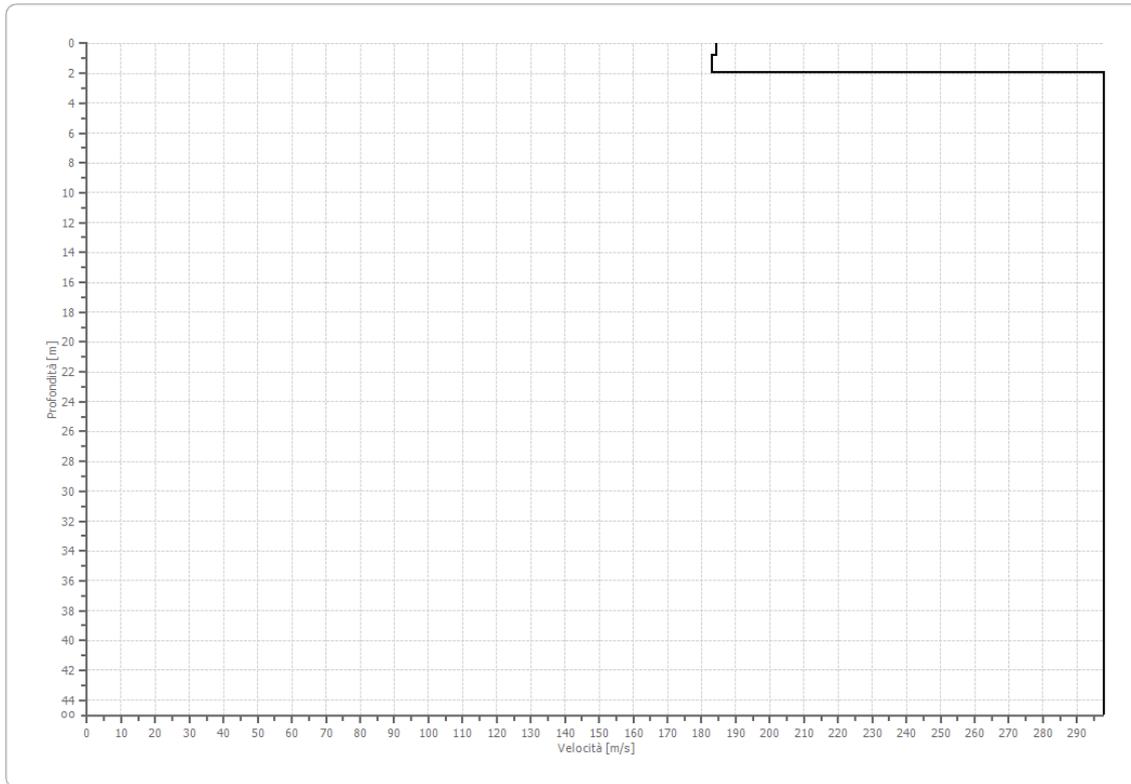
Fattore di disadattamento della soluzione

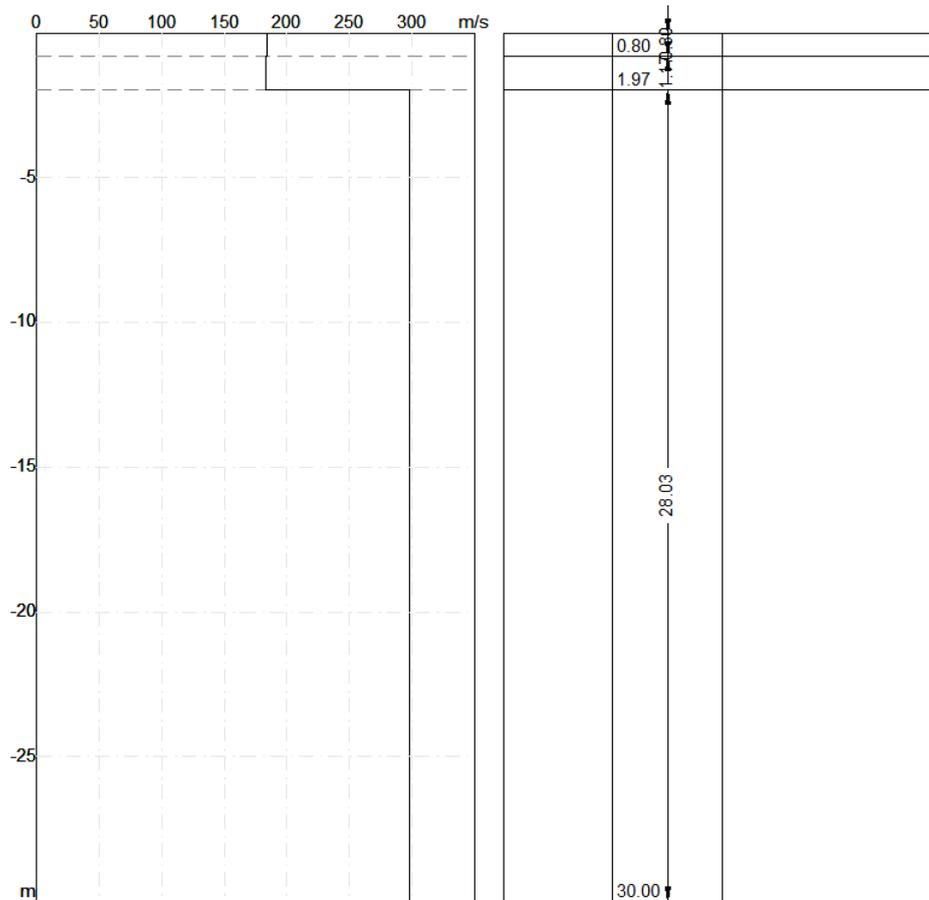
0.027





Profilo di velocità





Risultati

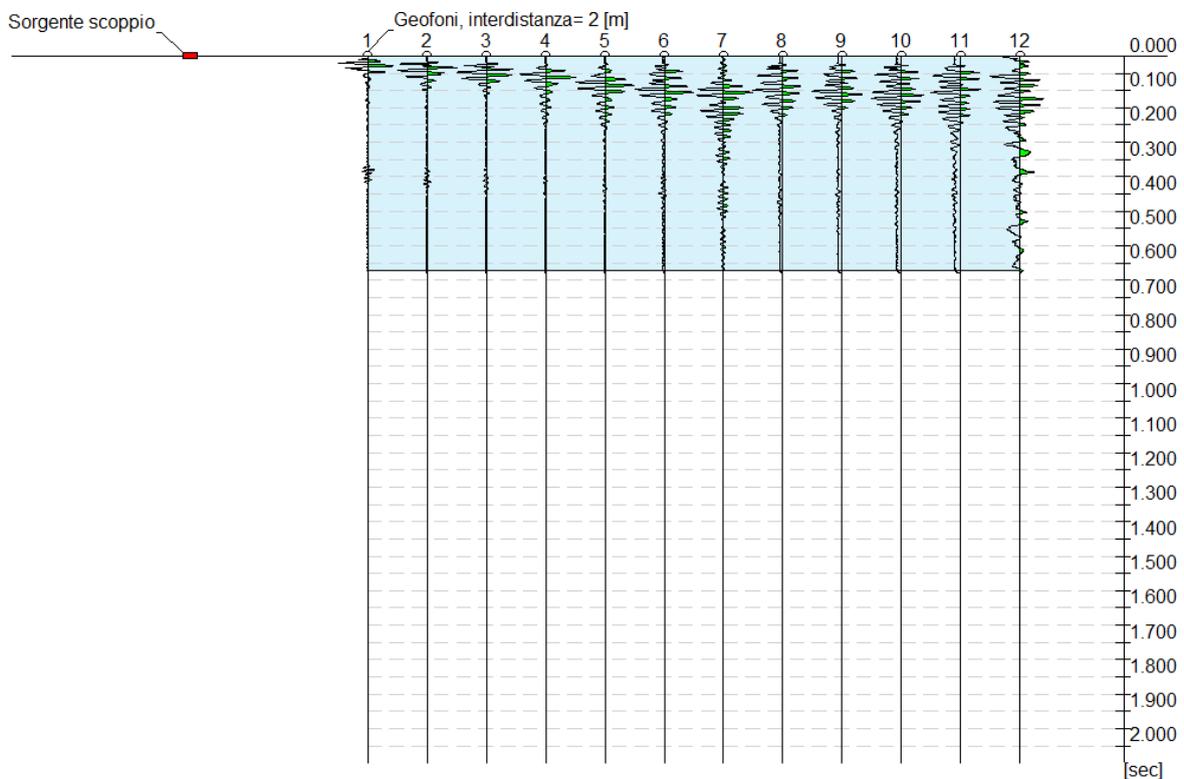
Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	286
Categoria del suolo	C

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

PROVA MASW 2 – LOTTO 11

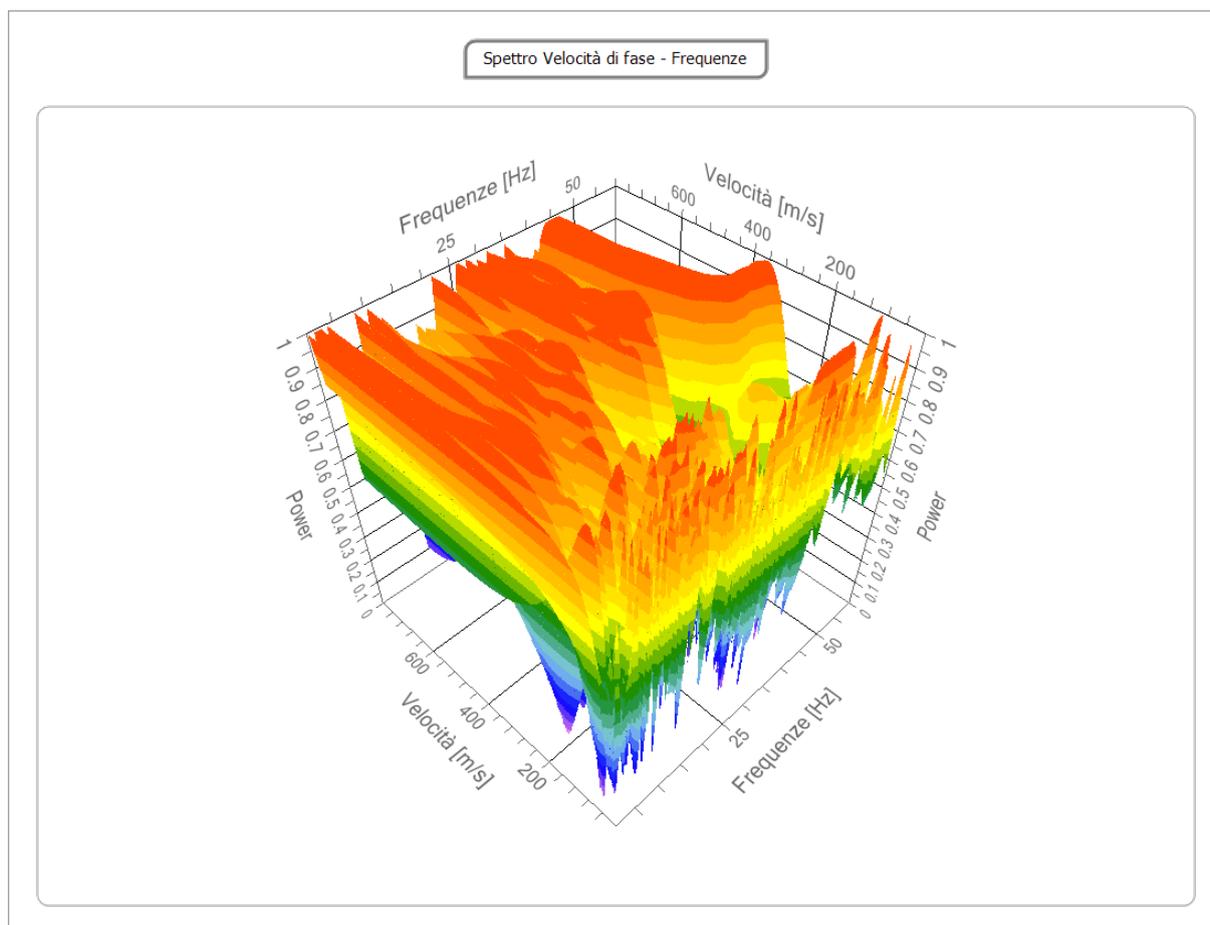
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2048.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50



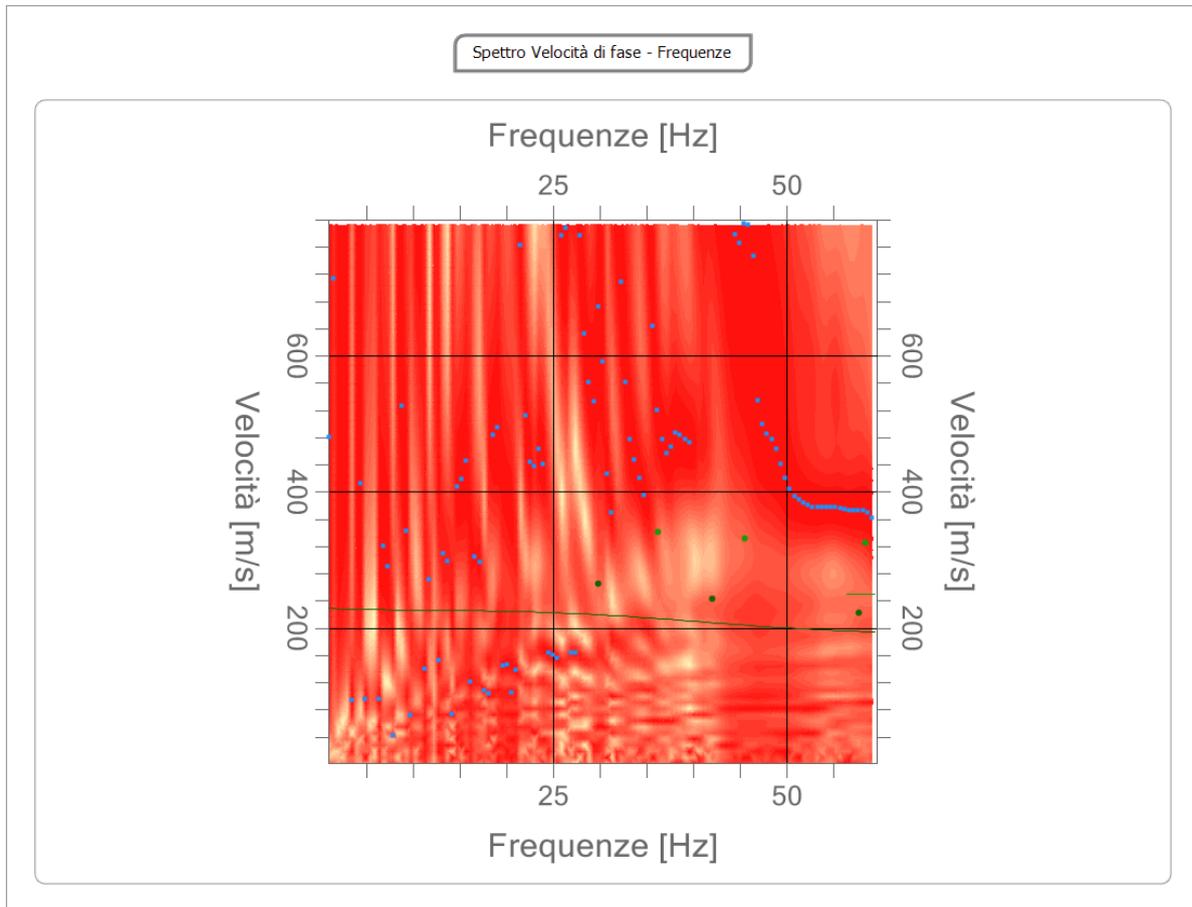
Analisi spettrale

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



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	29.8	265.7	0
2	36.2	341.8	1
3	45.6	331.8	1
4	42.0	242.5	0
5	58.4	325.2	1
6	57.7	222.7	0



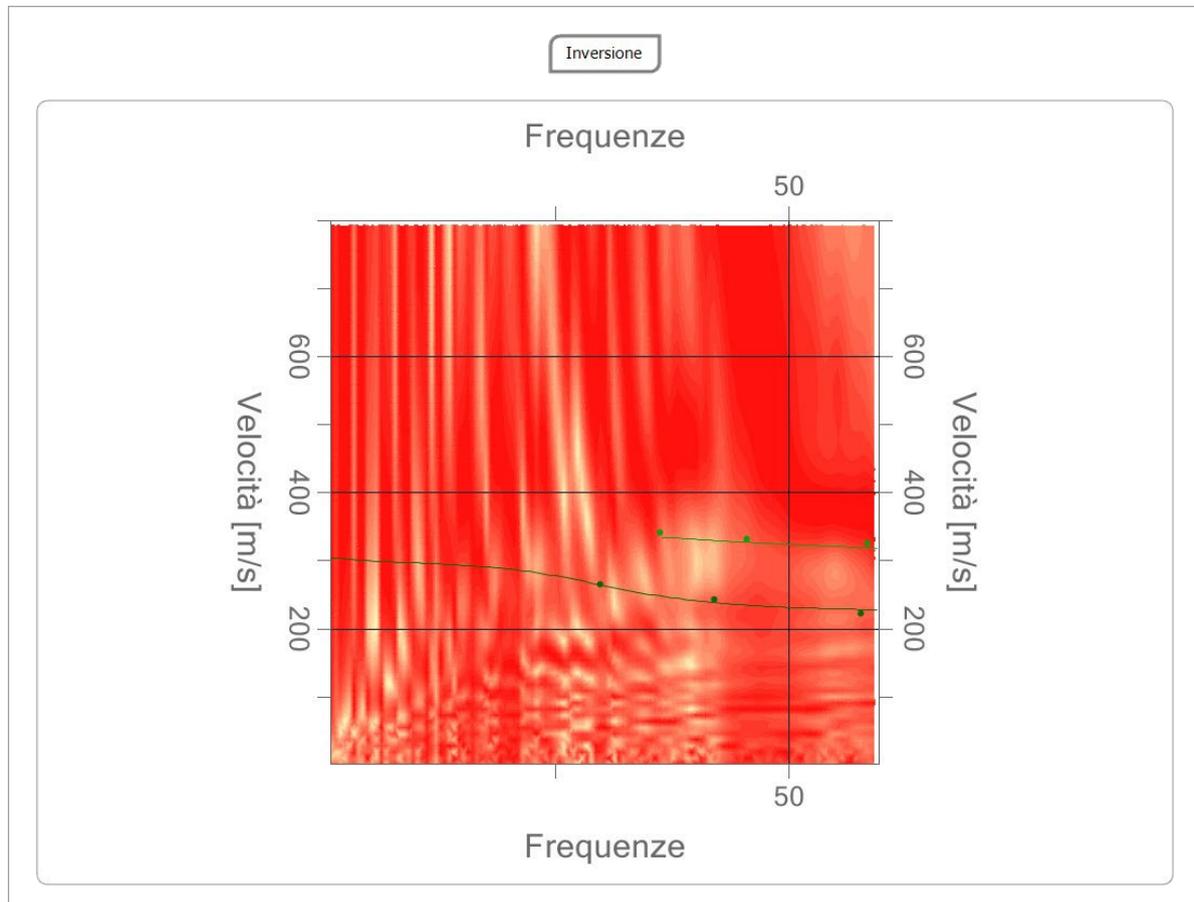


Percentuale di errore

0.038 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.019

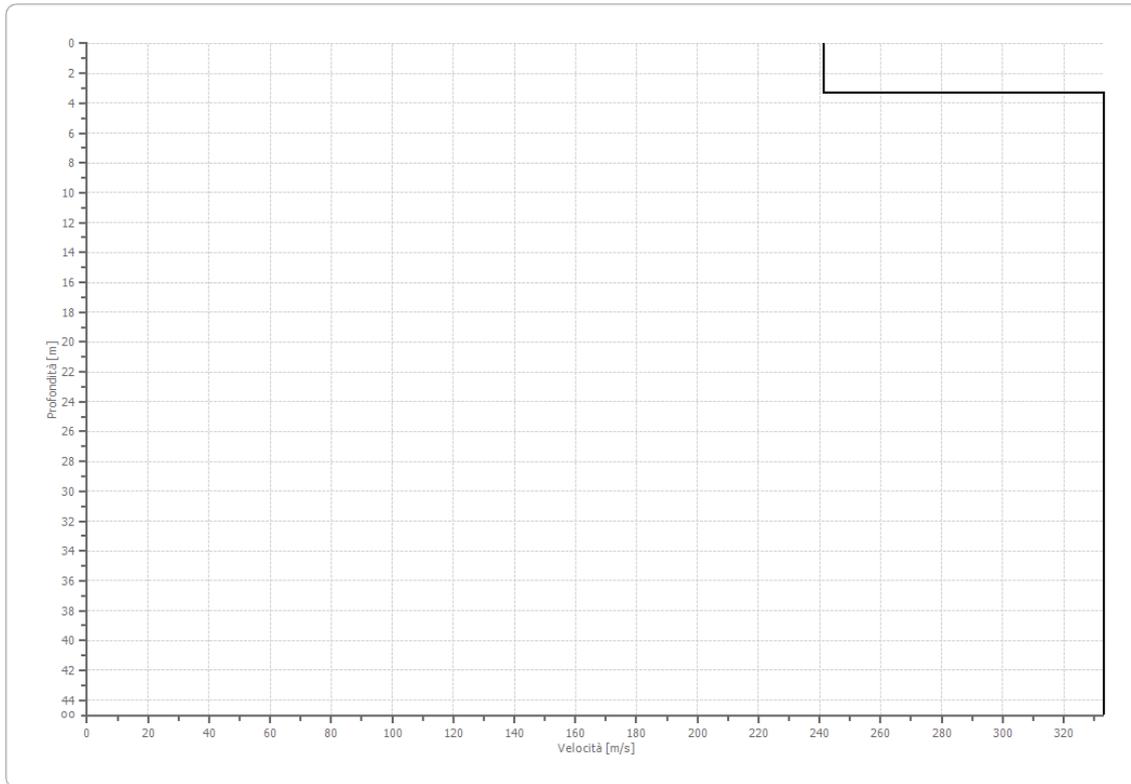


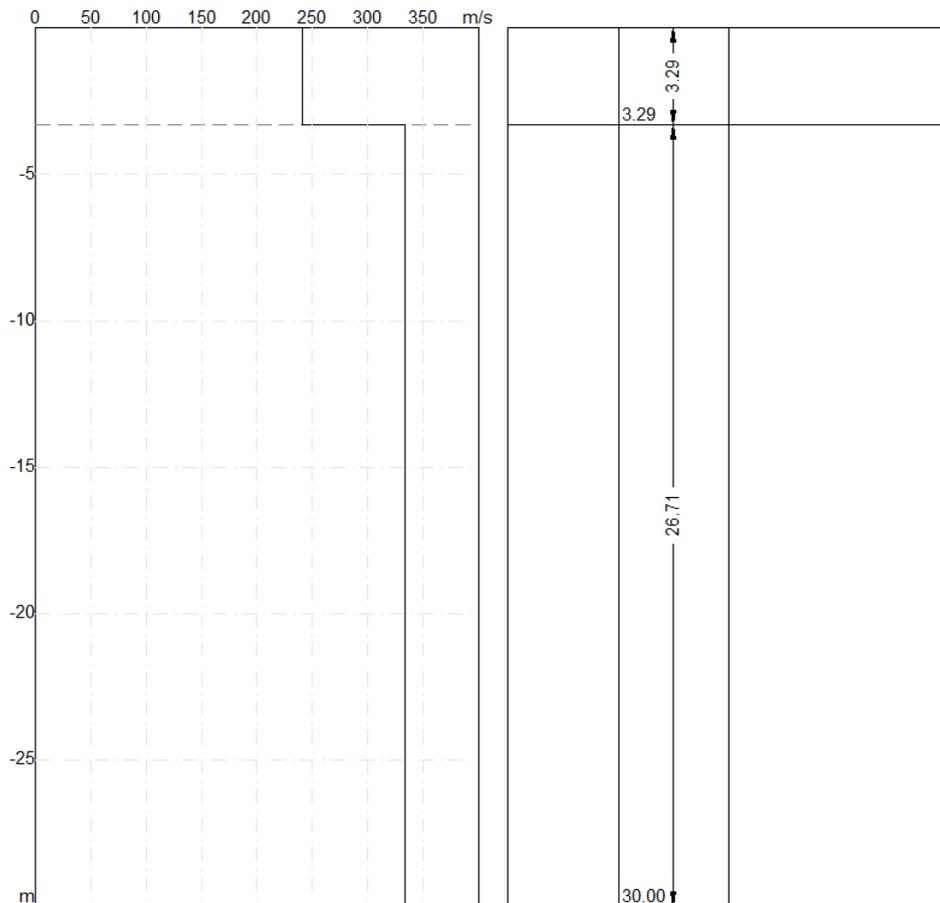
DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

Profilo di velocità





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,30 [m/sec]	320
Categoria del suolo	C

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





Documentazione fotografica













DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO



IL DIRETTORE TECNICO

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO



DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE
iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Puglia* al n° 877 - sez. A.
PAGINA 80 di 81

CERTIFICATI PROVE IN SITO



SEDE LEGALE ED OPERATIVA: VIA VITTORIO LENOCI N° 4 BARI
CELL.3894378926
MAIL: info@geotechnology.it

COMMITTENTE: ELEMENTS GREEN DEMETRA S.R.L.

OGGETTO: STUDIO GEOLOGICO PER MESSA IN OPERA DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

LOCALITÀ: SP EXSS291 – STRADA VICINALE BADDE REBUDDU – SASSARI (SS) - 07100

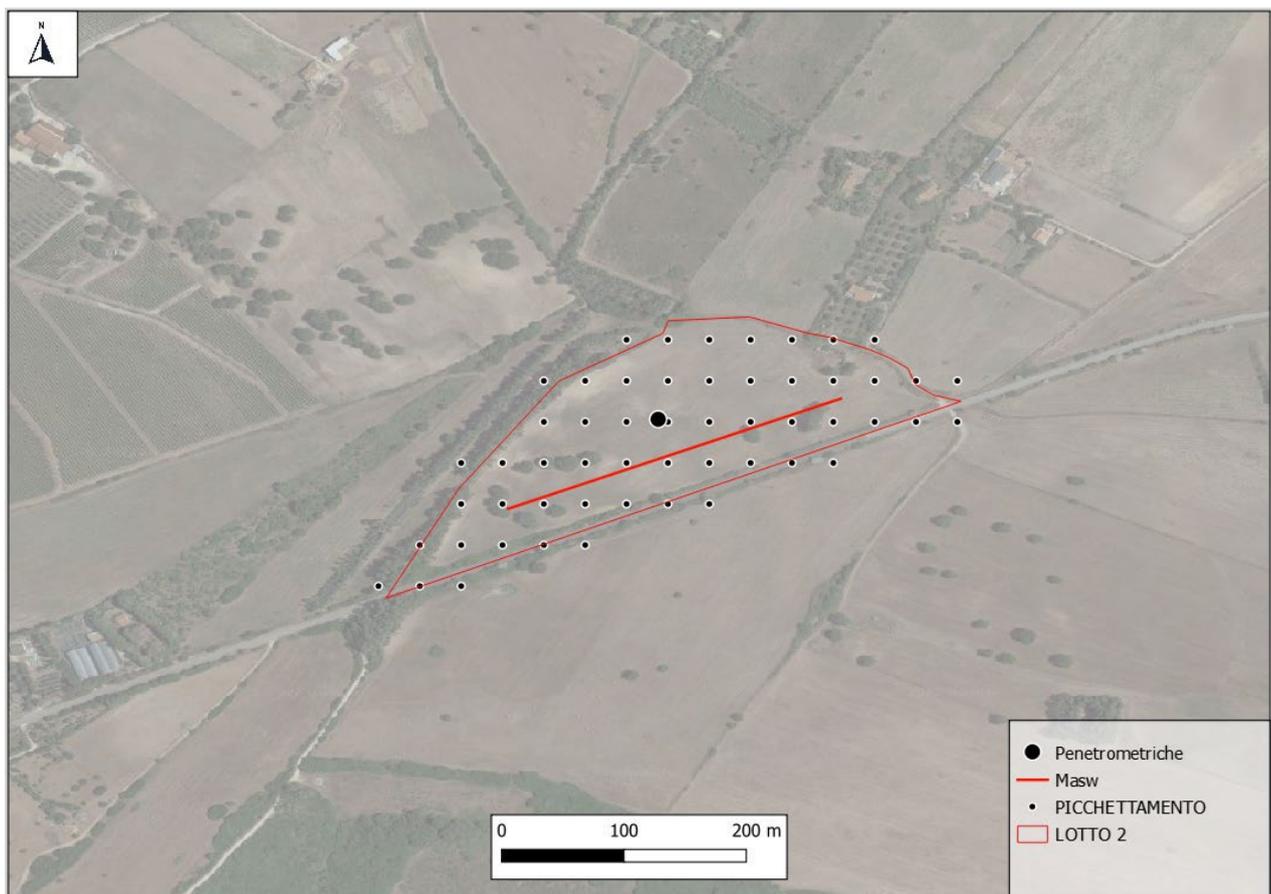
SPERIMENTATORE	DIRETTORE TECNICO	REV. 1
DOTT. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO	DOTT. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO	DATA GIU. 2023

NUMERO E TIPOLOGIE DI PROVE IN SITU:

N. 14 PROVE PENETROMETRICHE DI TIPO DPM

NEL MESE DI MARZO 2022 LA GEOTECHNOLOGY HA ESEGUITO NEL TENIMENTO DEL COMUNE DI SASSARI (SS), N°14 PROSPEZIONI GEOTECNICHE IN SITU DI TIPO **DPM**, SU INCARICO DEL COMMITTENTE **ELEMENTS GREEN DEMETRA S.R.L.**, IN RELAZIONE ALLA PRATICA DENOMINATA “**STUDIO GEOLOGICO PER MESSA IN OPERA DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO**”.

LOTTO 2
Planimetria delle indagini

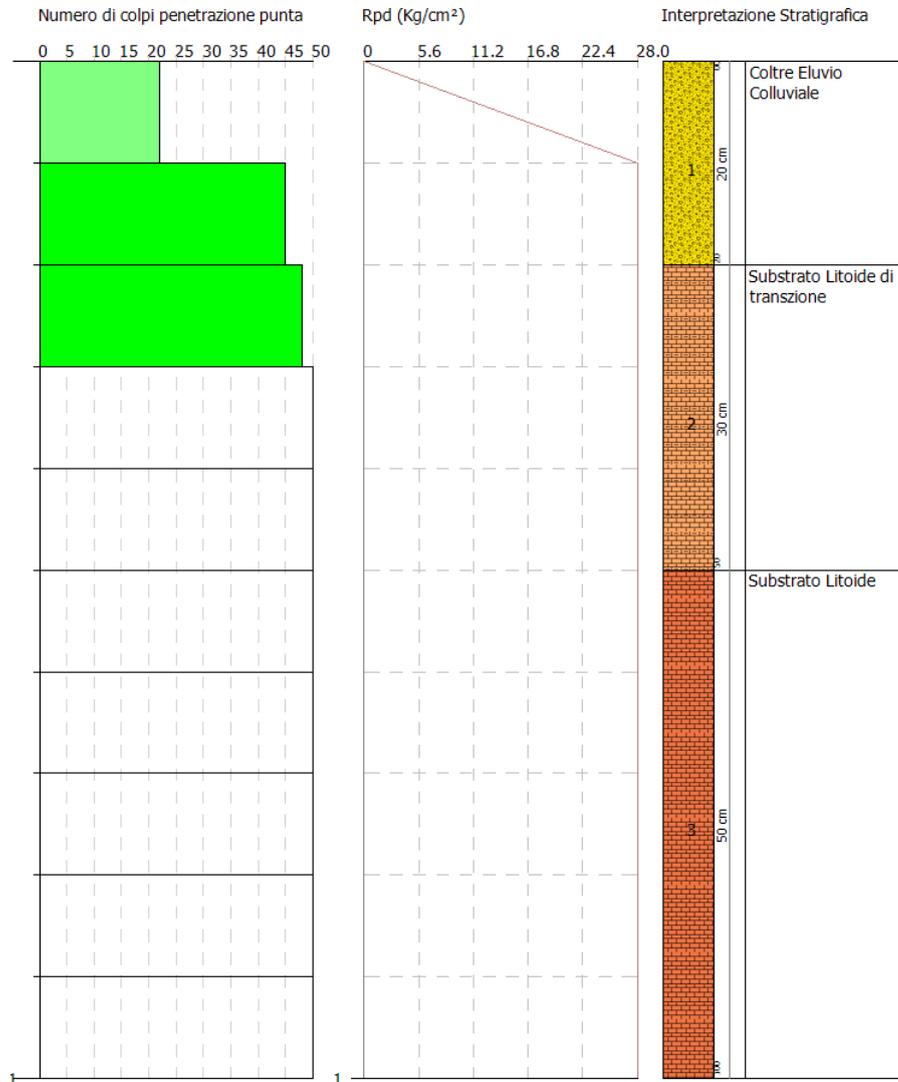




GeoTechnology

Profondità prova
Falda rilevata:
Profondità falda:

1.0 mt
NO
-

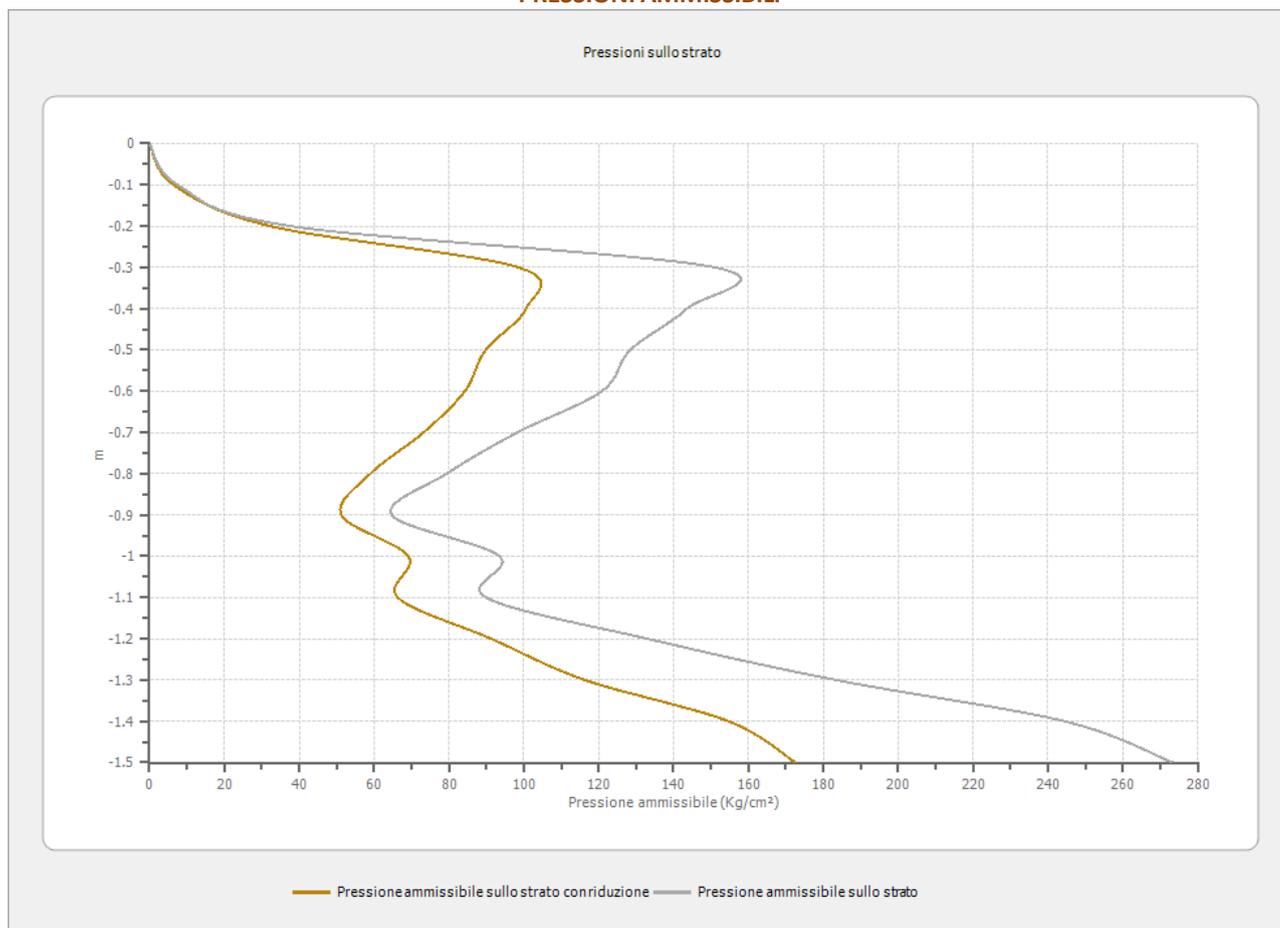


DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

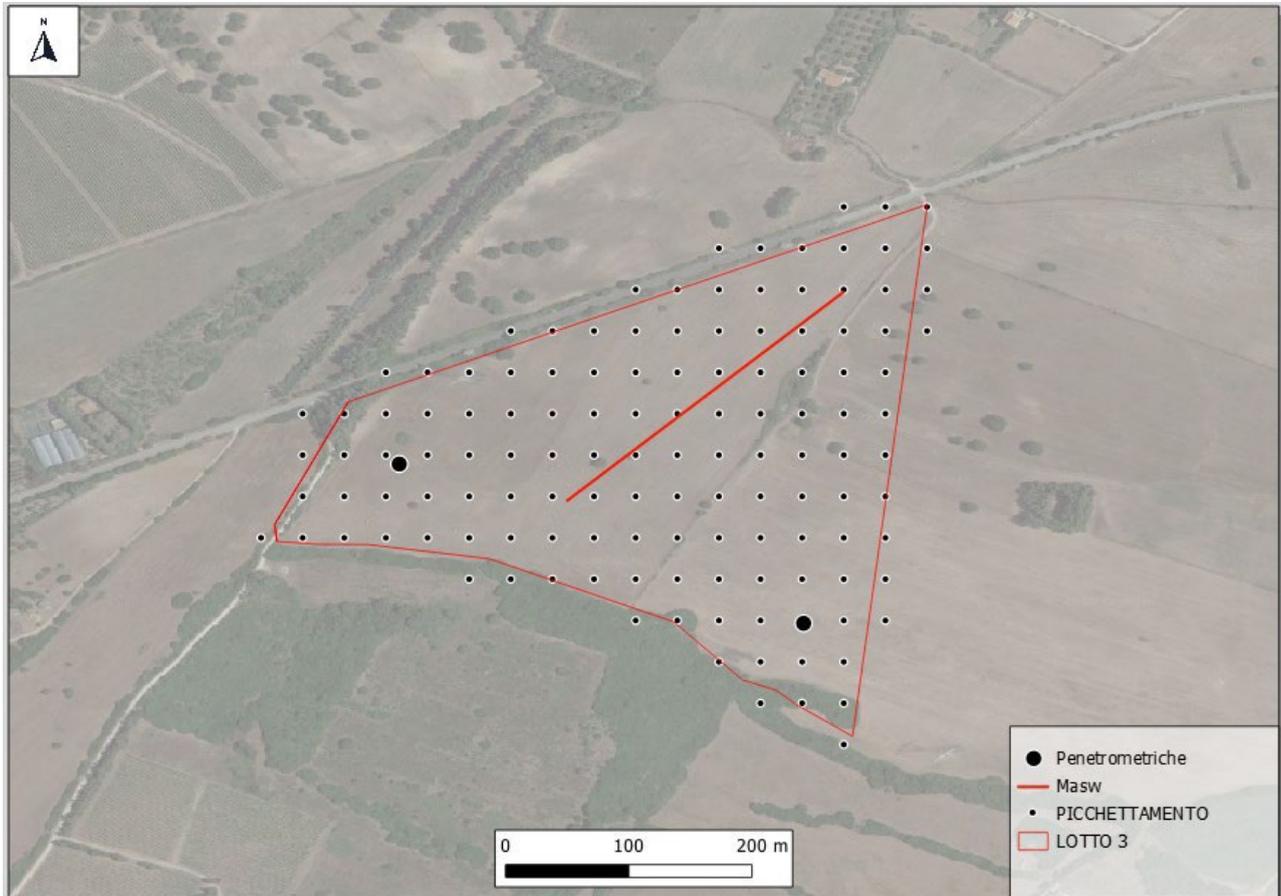
STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	33	52	59.15	-	1.66	2.03	18/23	208	80.87	0.30	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.50	56	86	-	2.90	2.40	2.50	35/38	430	440.37	0.27	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.50 - 1.00	78	122	-	4.12	2.50	2.50	38/42	610	623.96	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

LOTTO 3
Planimetria delle indagini





GeoTechnology

PROVA 1

Profondità prova

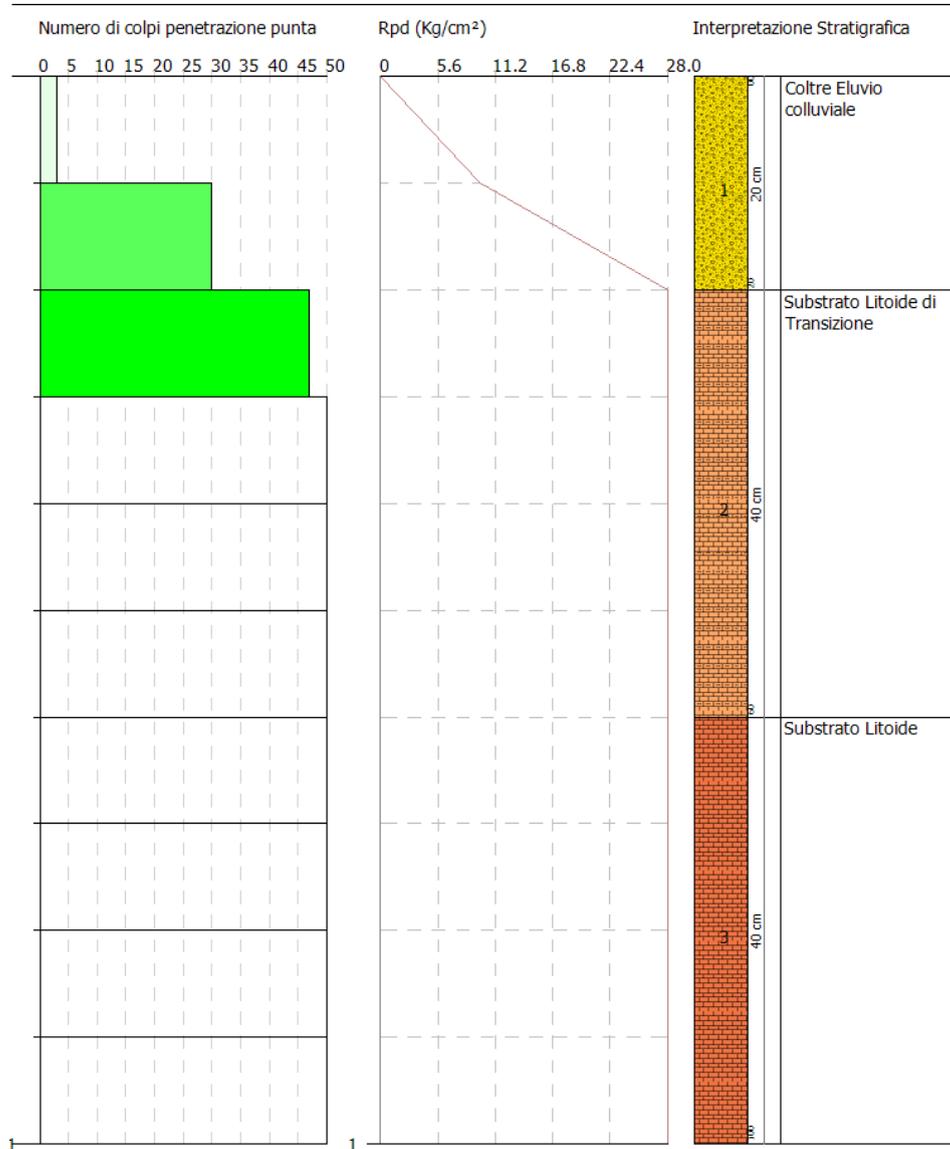
1.0 mt

Falda rilevata:

NO

Profondità falda:

-



DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

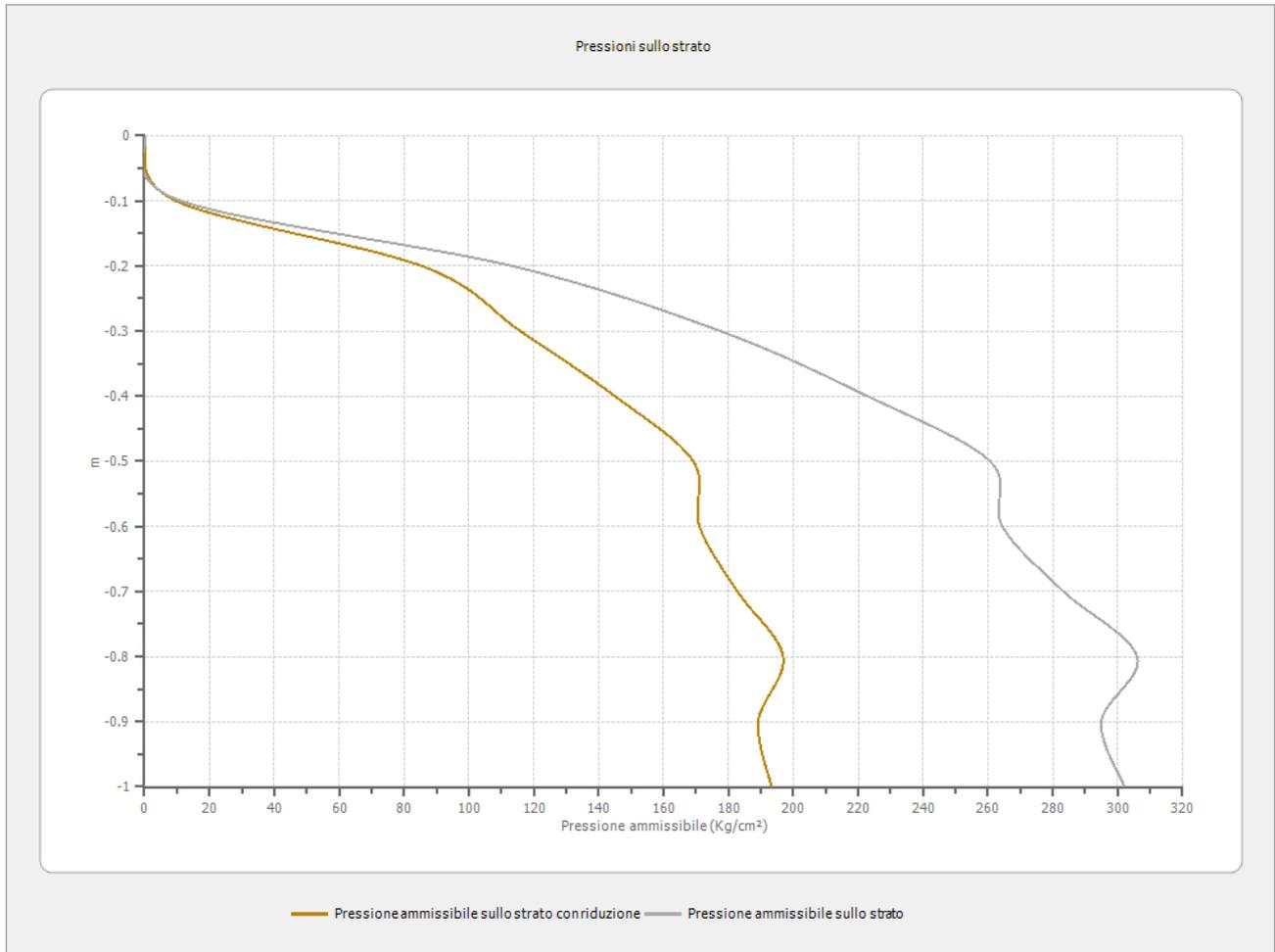
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

Pagina 5 di 47



PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cm ²)	densità relativa (%)	Cu (kg/cm ²)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	16	24	37.24	-	1.50	1.94	18/23	96	52.11	0.33	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.60	61	94	-	3.17	2.40	2.50	35/38	470	481.16	0.26	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.60 - 1.00	80	126	-	4.25	2.50	2.50	38/42	630	644.35	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE



GeoTechnology

PROVA 2

Profondità prova

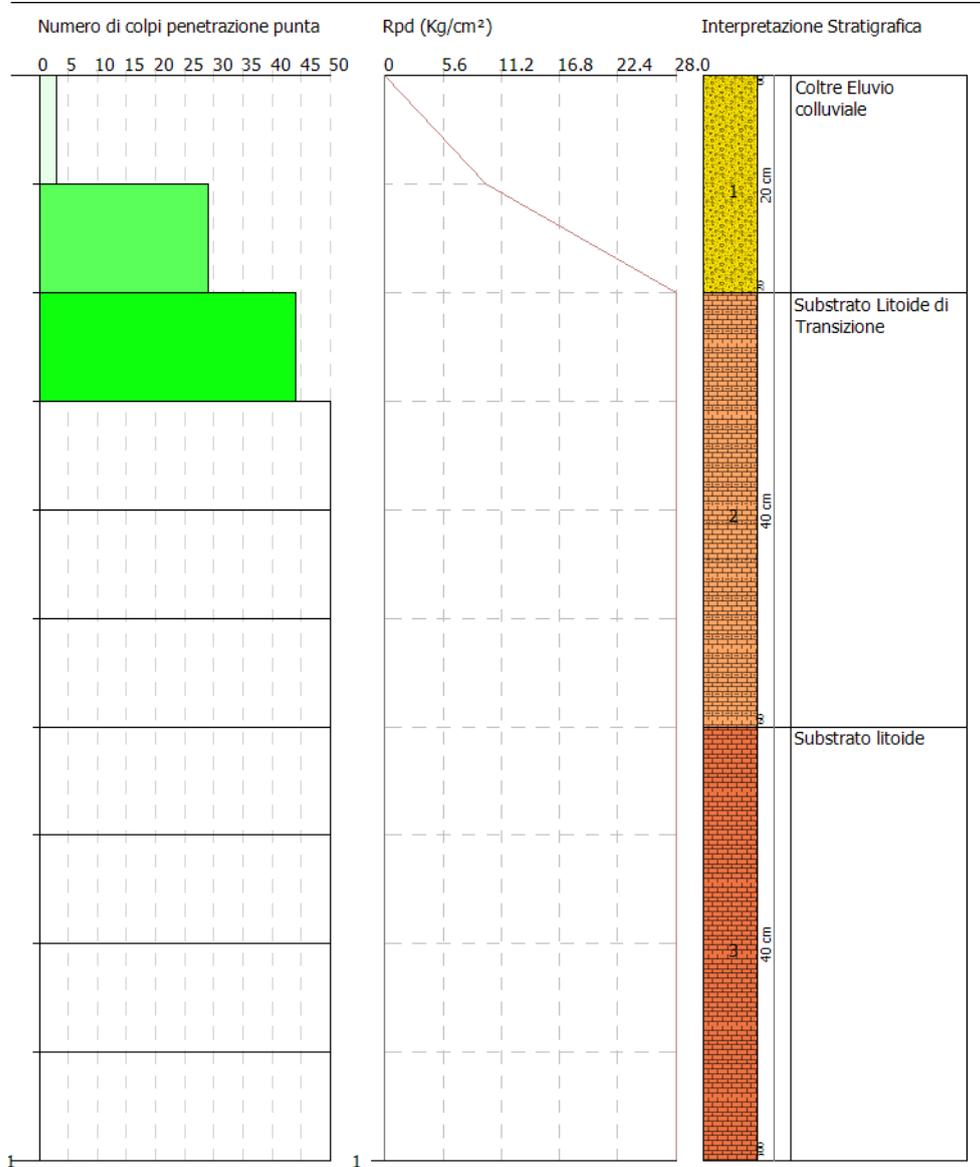
1.0 mt

Falda rilevata:

NO

Profondità falda:

-



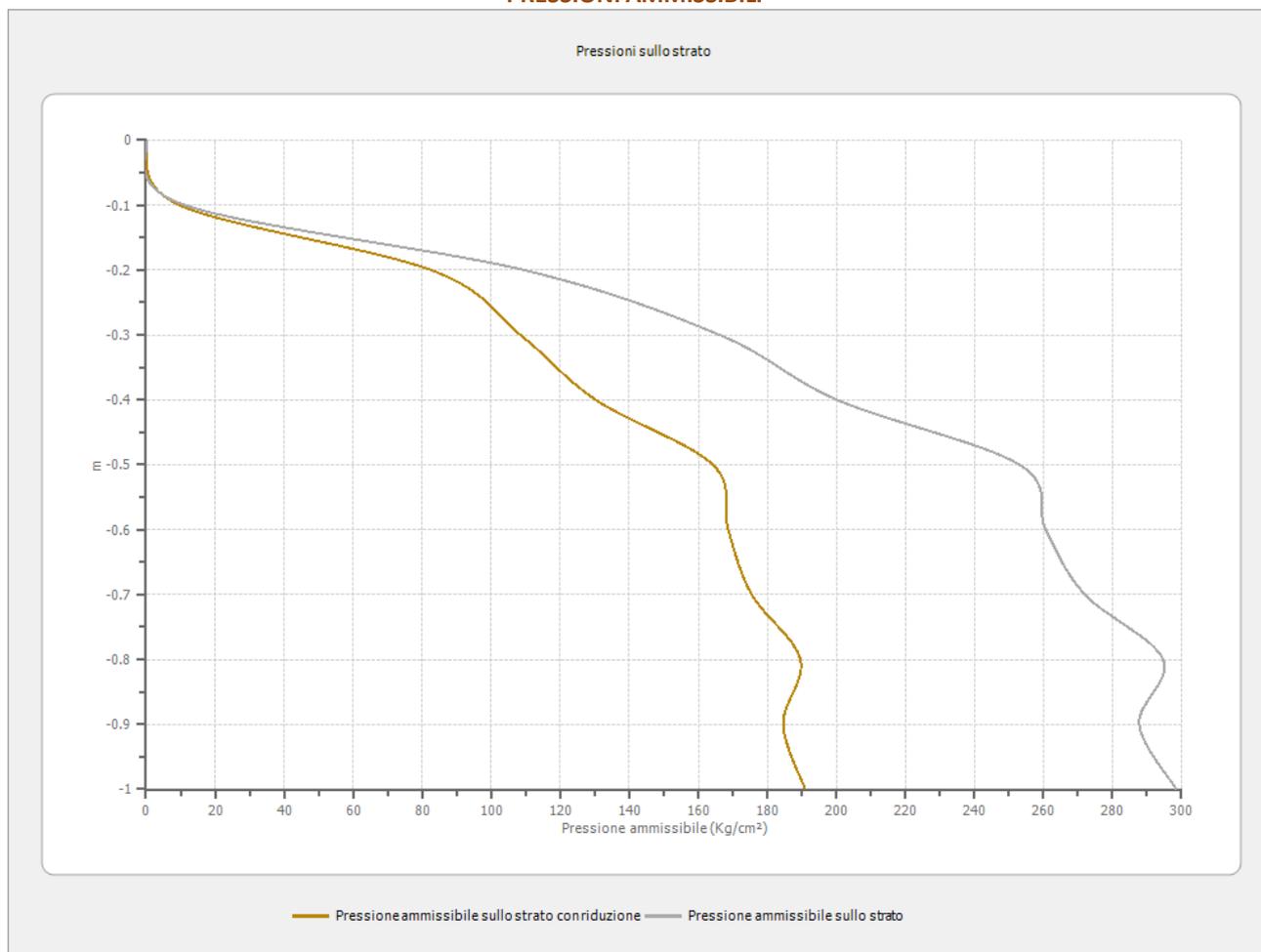
DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

Pagina 7 di 47

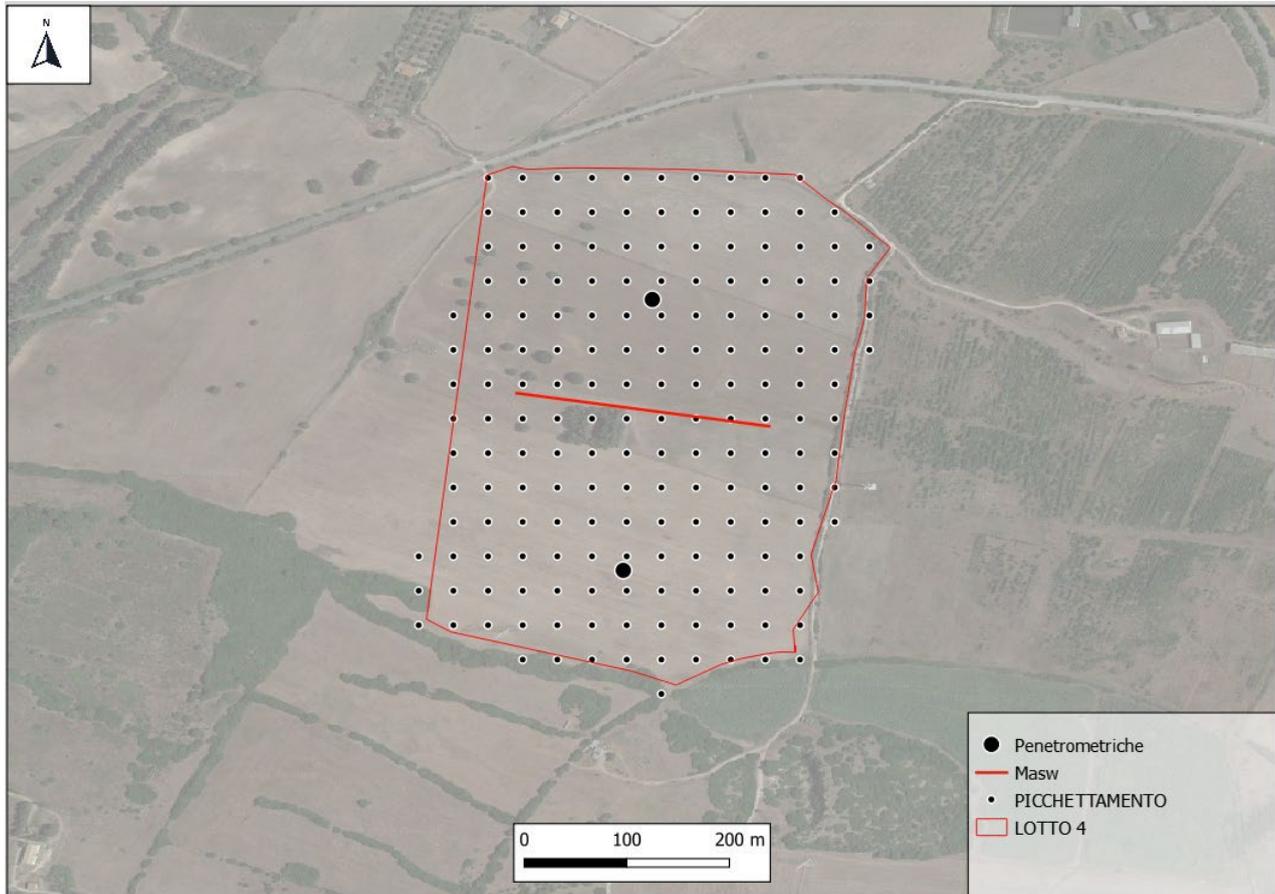
PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	16	24	37.24	-	1.54	1.94	18/23	96	52.11	0.33	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.60	58	90	-	3.04	2.40	2.50	35/38	450	460.76	0.26	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.60 - 1.00	78	122	-	4.12	2.50	2.50	38/42	610	623.96	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

LOTTO 4
Planimetria delle indagini





PROVA 1

Profondità prova

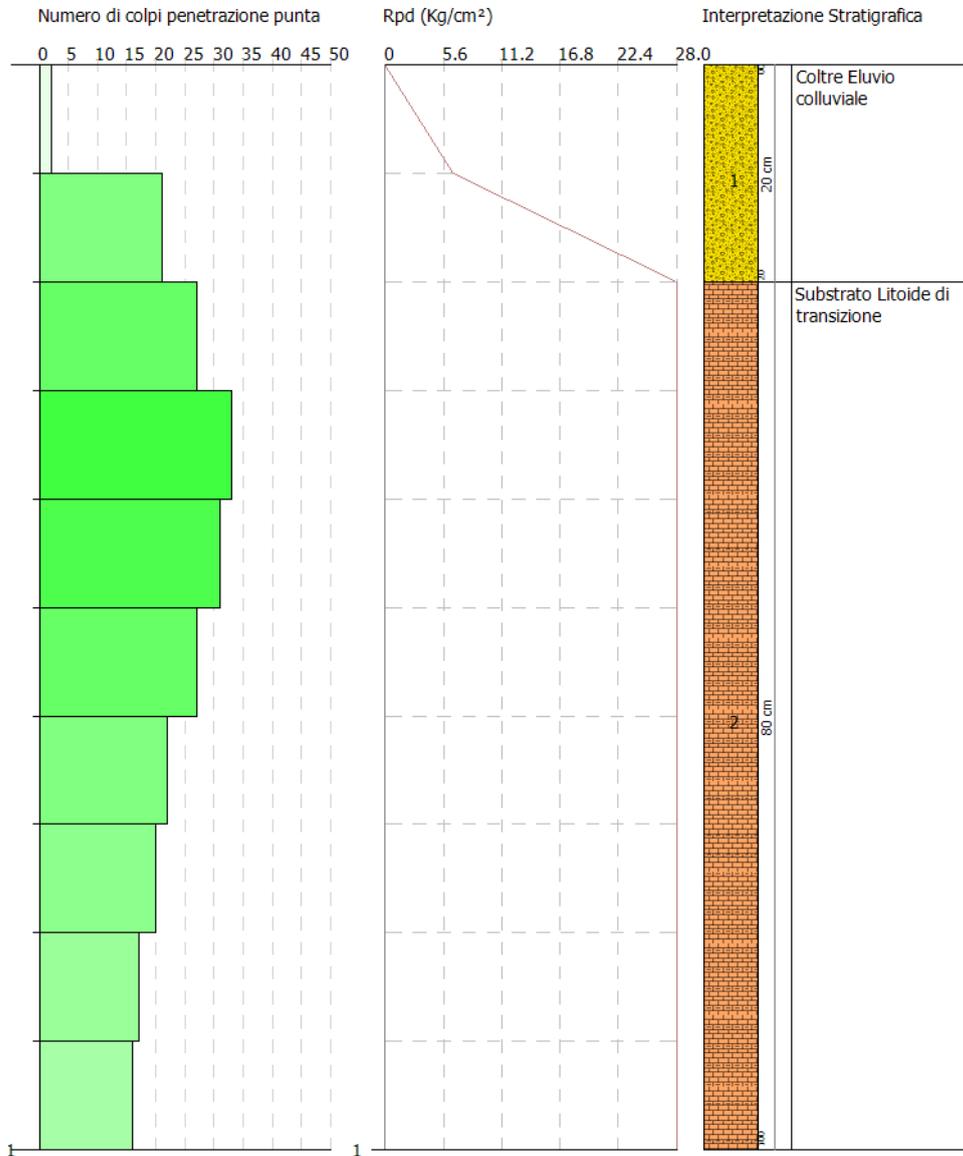
1.0 mt

Falda rilevata:

NO

Profondità falda:

-

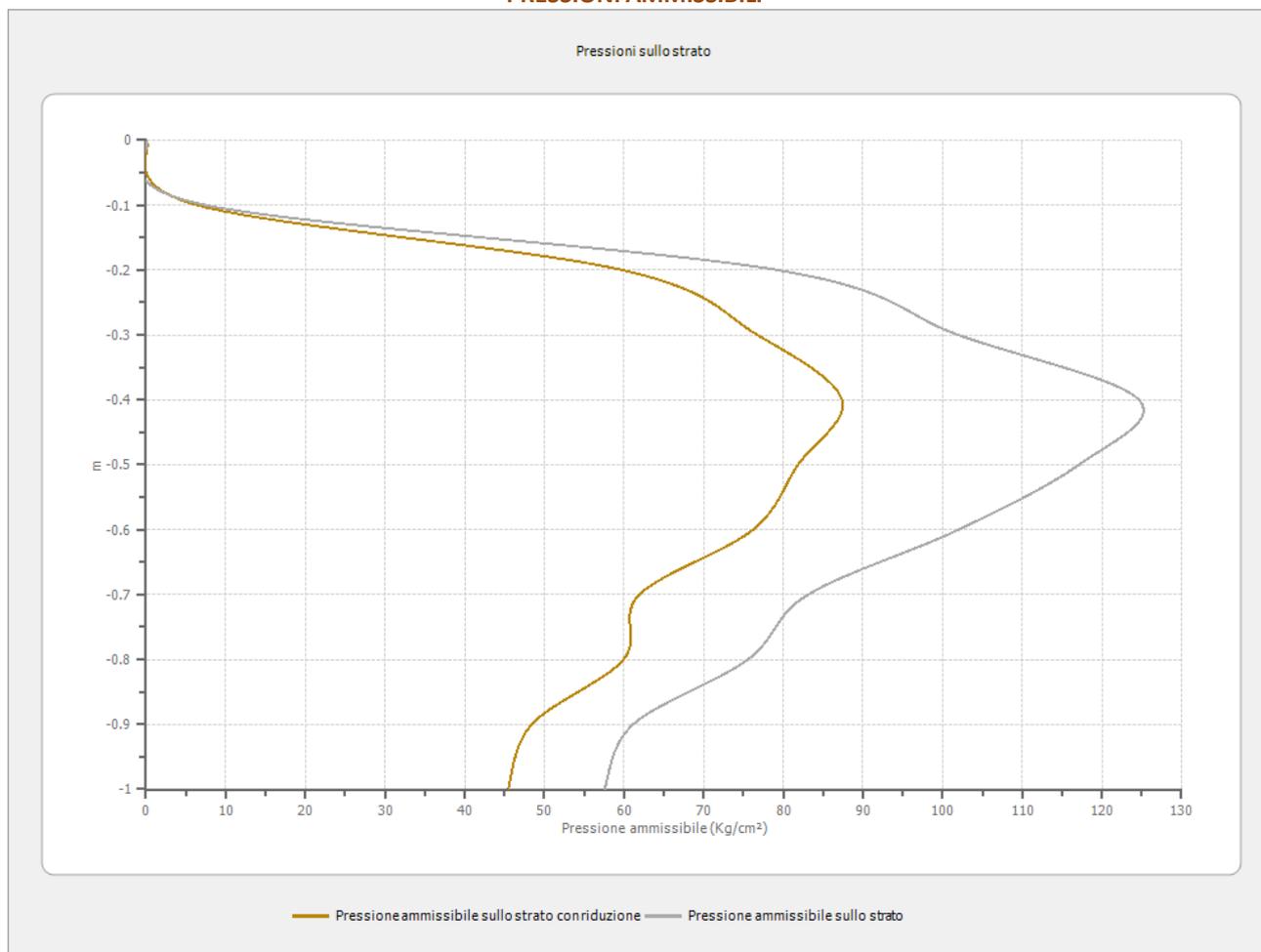


DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	11	18	30.74	-	1.46	1.91	18/23	72	45.95	0.34	POCO ADDENSATO
2	0.20 - 1.00	25	36	.	1.22	2.09	2.30	30/32	180	185.38	0.30	MOLTO CONSISTENTE



PROVA 2

Profondità prova

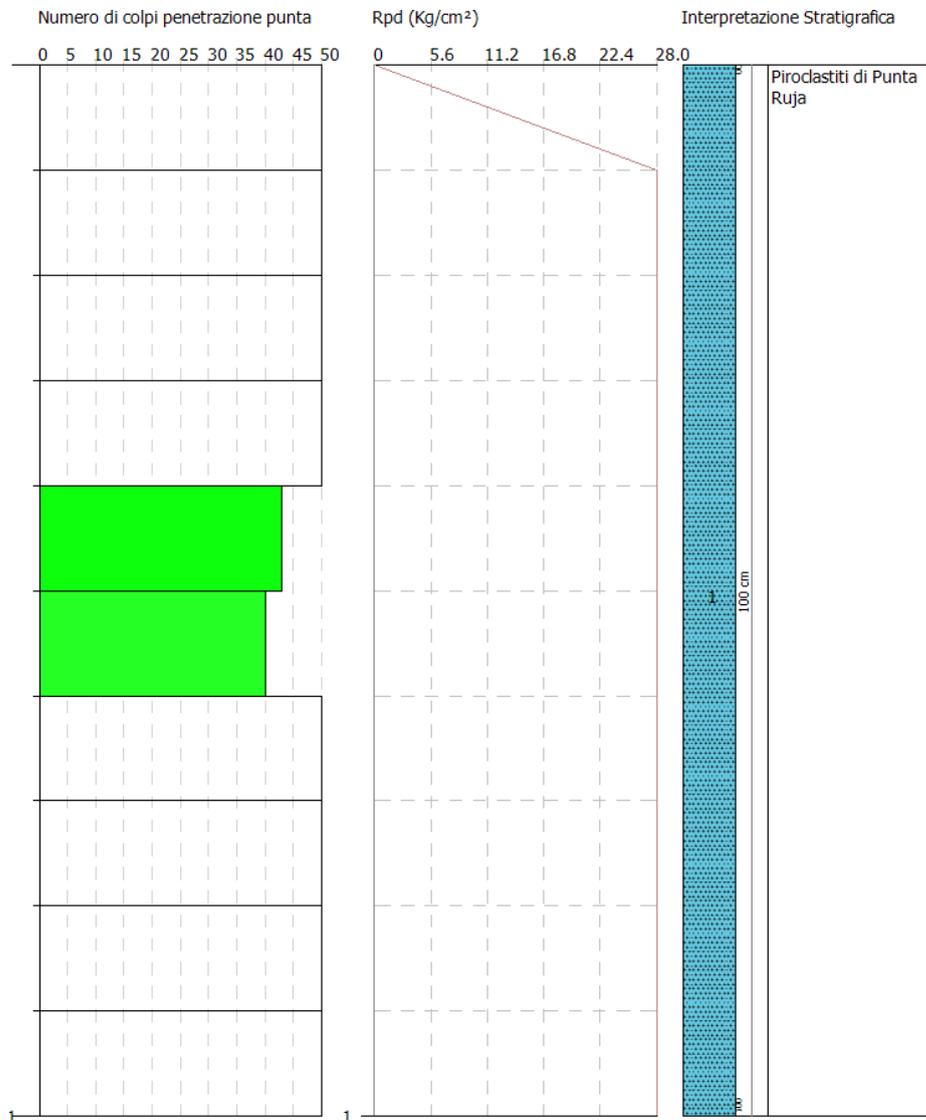
1.0 mt

Falda rilevata:

NO

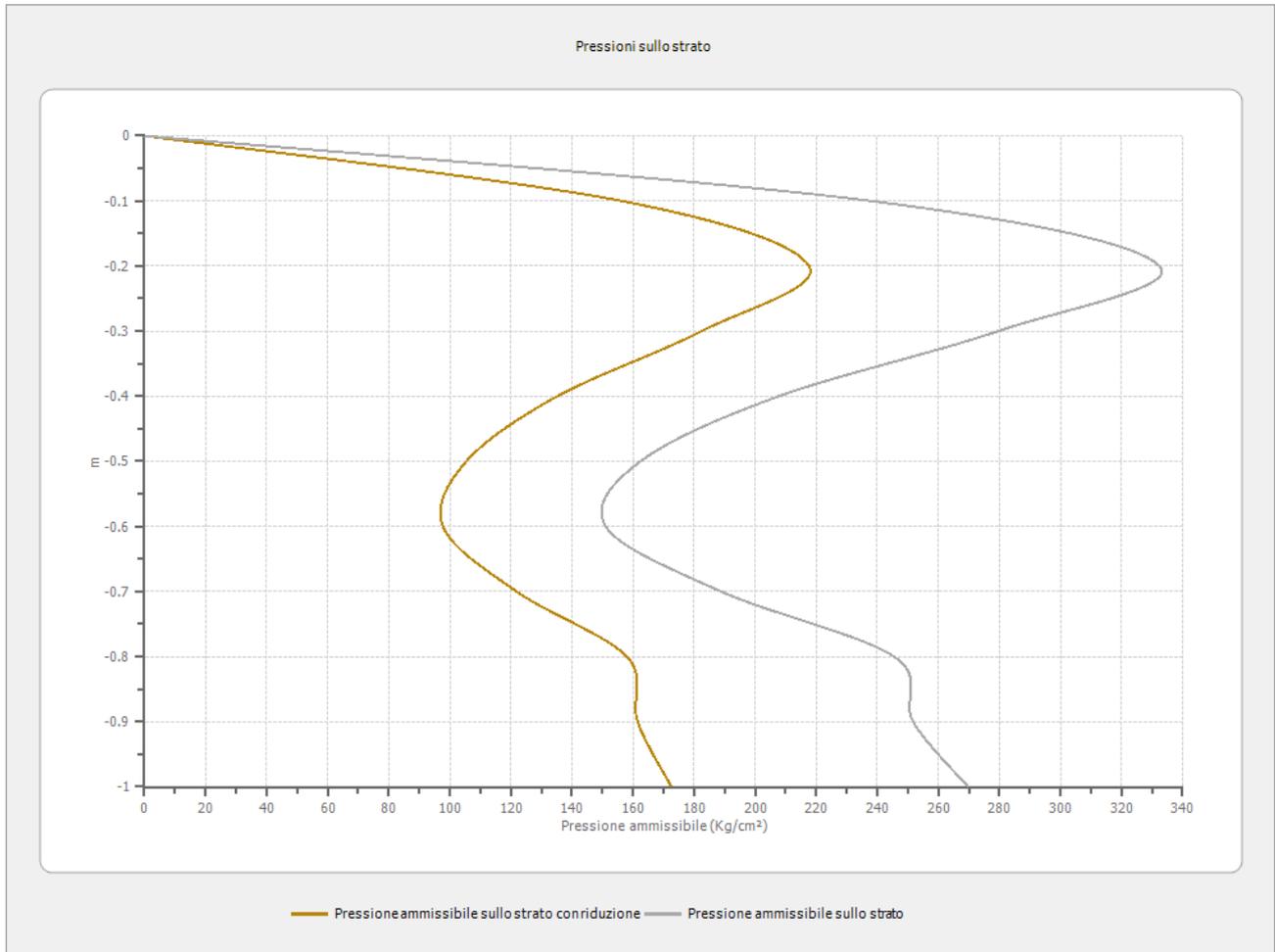
Profondità falda:

-





PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

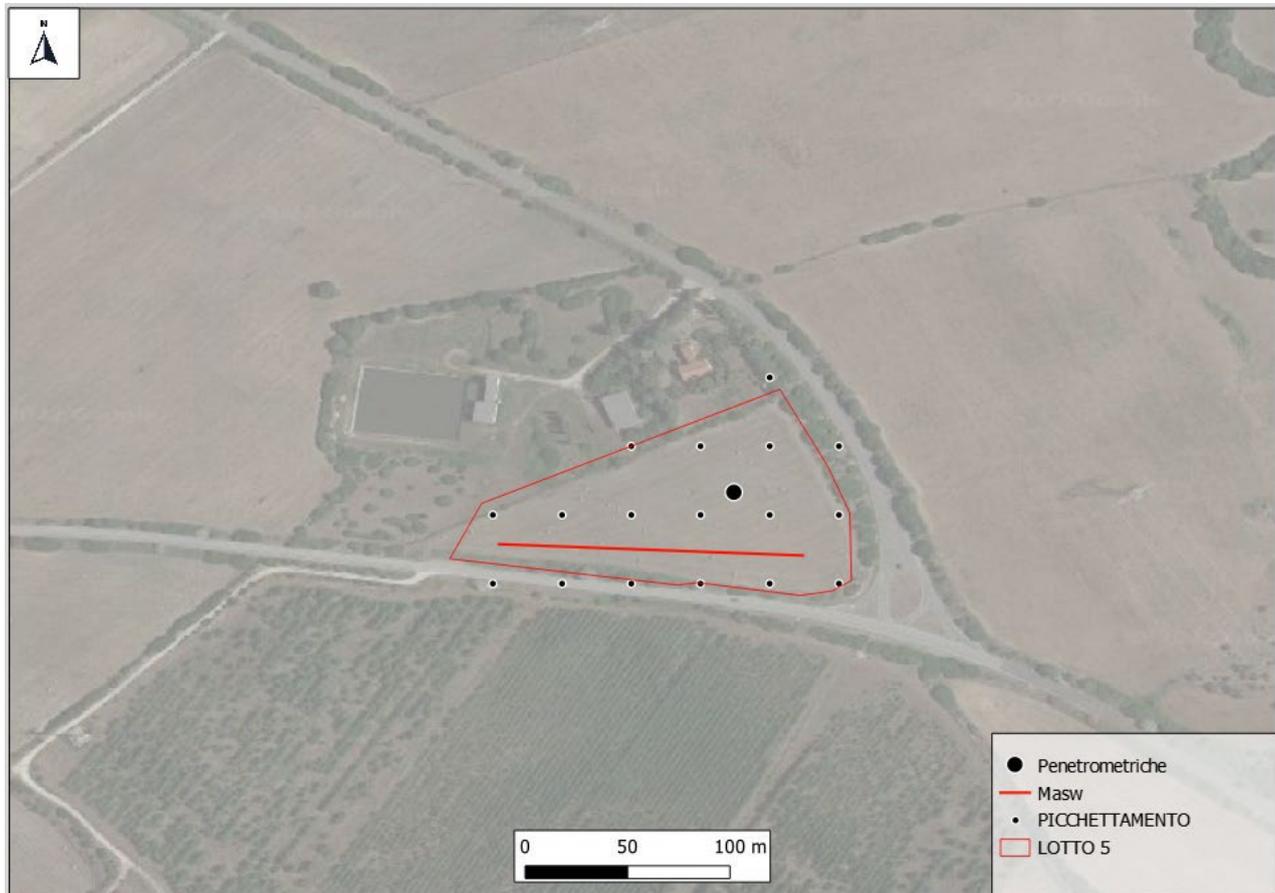
STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 1.00	62	96	-	3.24	2.50	2.50	38/42	480	491.36	0.20	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

LOTTO 5
Planimetria delle indagini

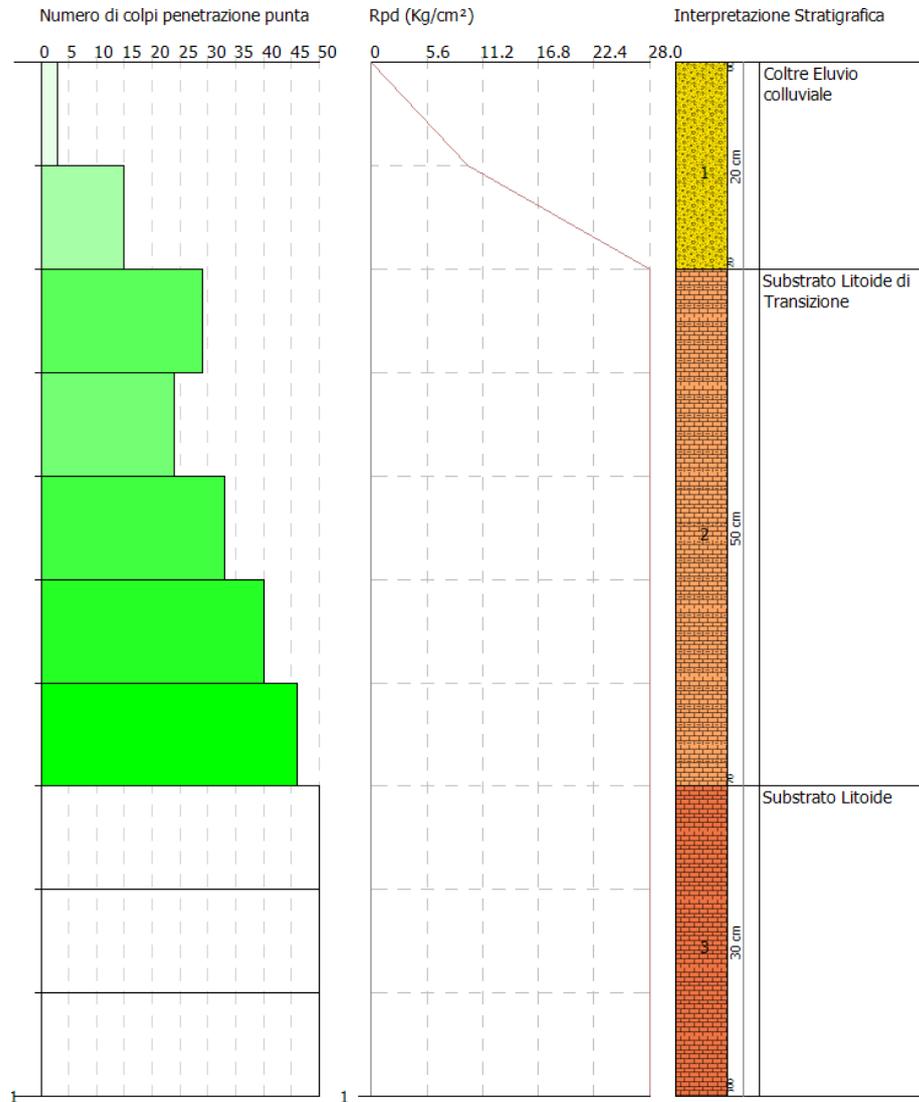




GeoTechnology

Profondità prova
Falda rilevata:
Profondità falda:

1.0 mt
NO
-

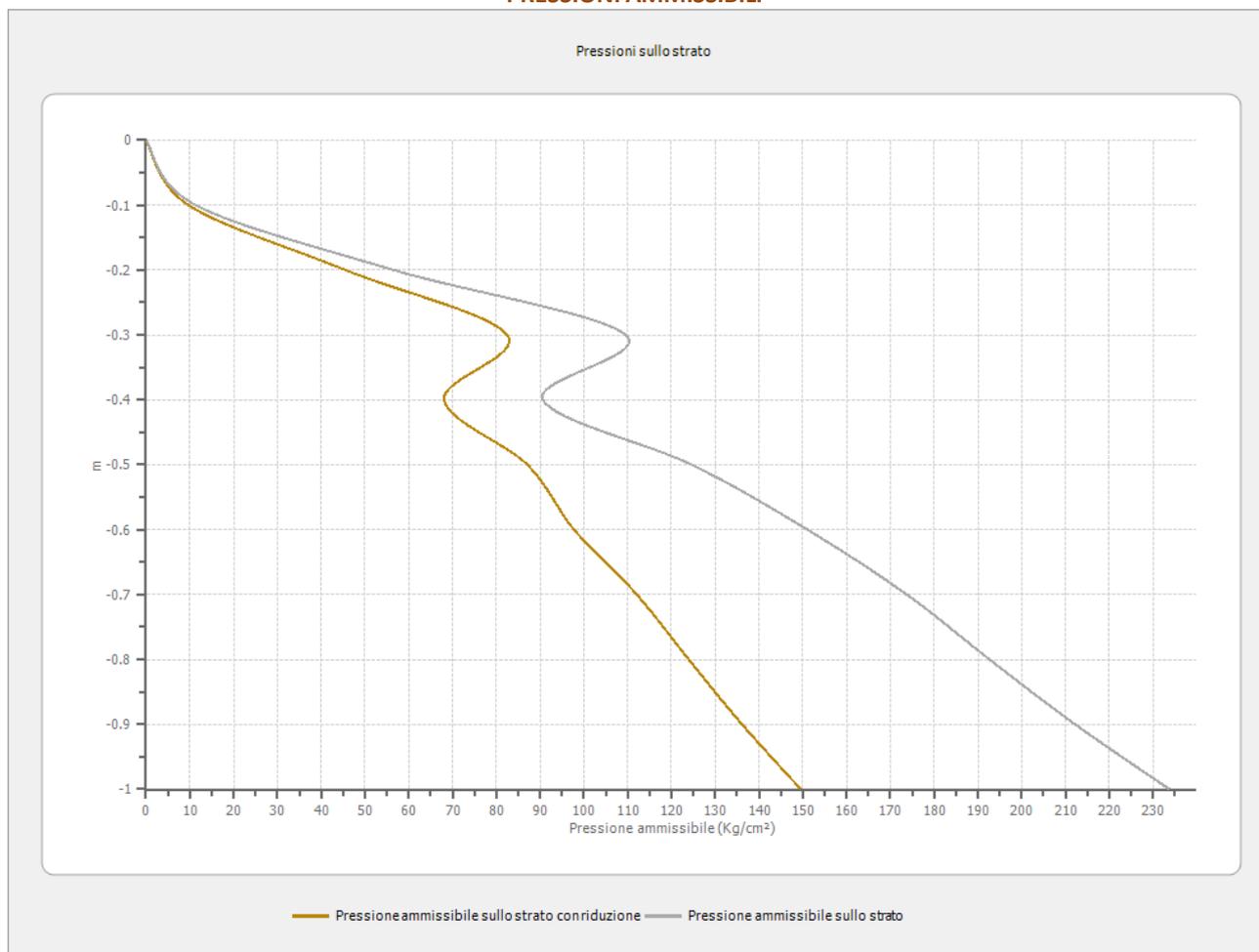


DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

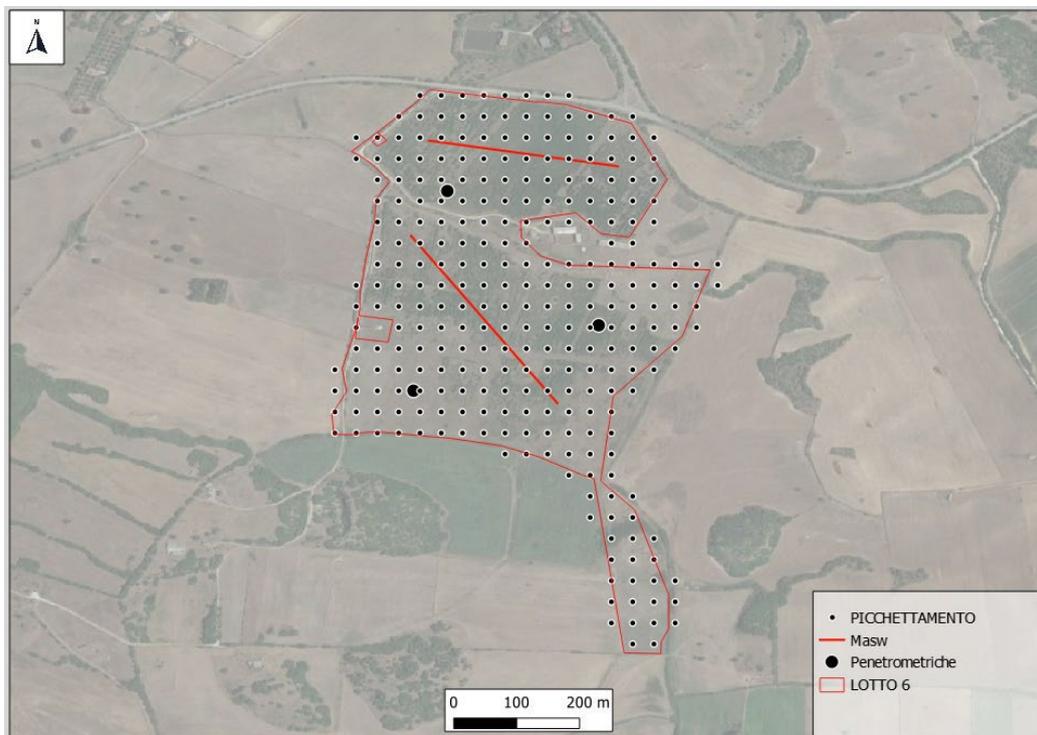
PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	9	14	25.97	-	1.44	1.90	18/23	56	41.84	0.34	POCO ADDENSATO
2	0.20 - 0.70	34	52	-	1.76	2.12	2.25	32/35	260	266.98	0.30	MOLTO CONSISTENTE
3	0.70 - 1.00	58	90	-	3.04	2.50	2.50	35/38	450	460.76	0.26	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

LOTTO 6
Planimetria delle indagini





GeoTechnology

PROVA 1

Profondità prova

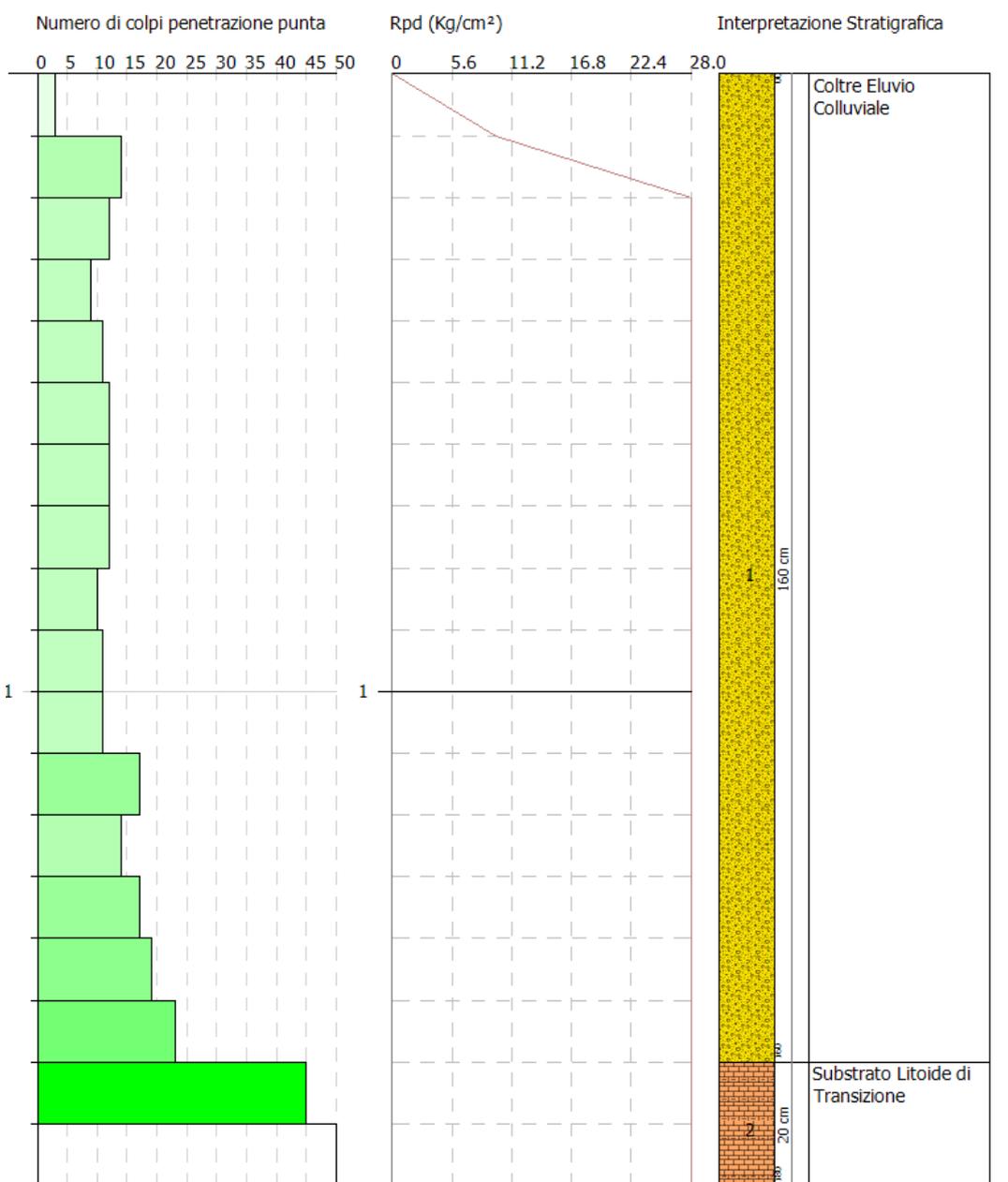
1.8 mt

Falda rilevata:

NO

Profondità falda:

-



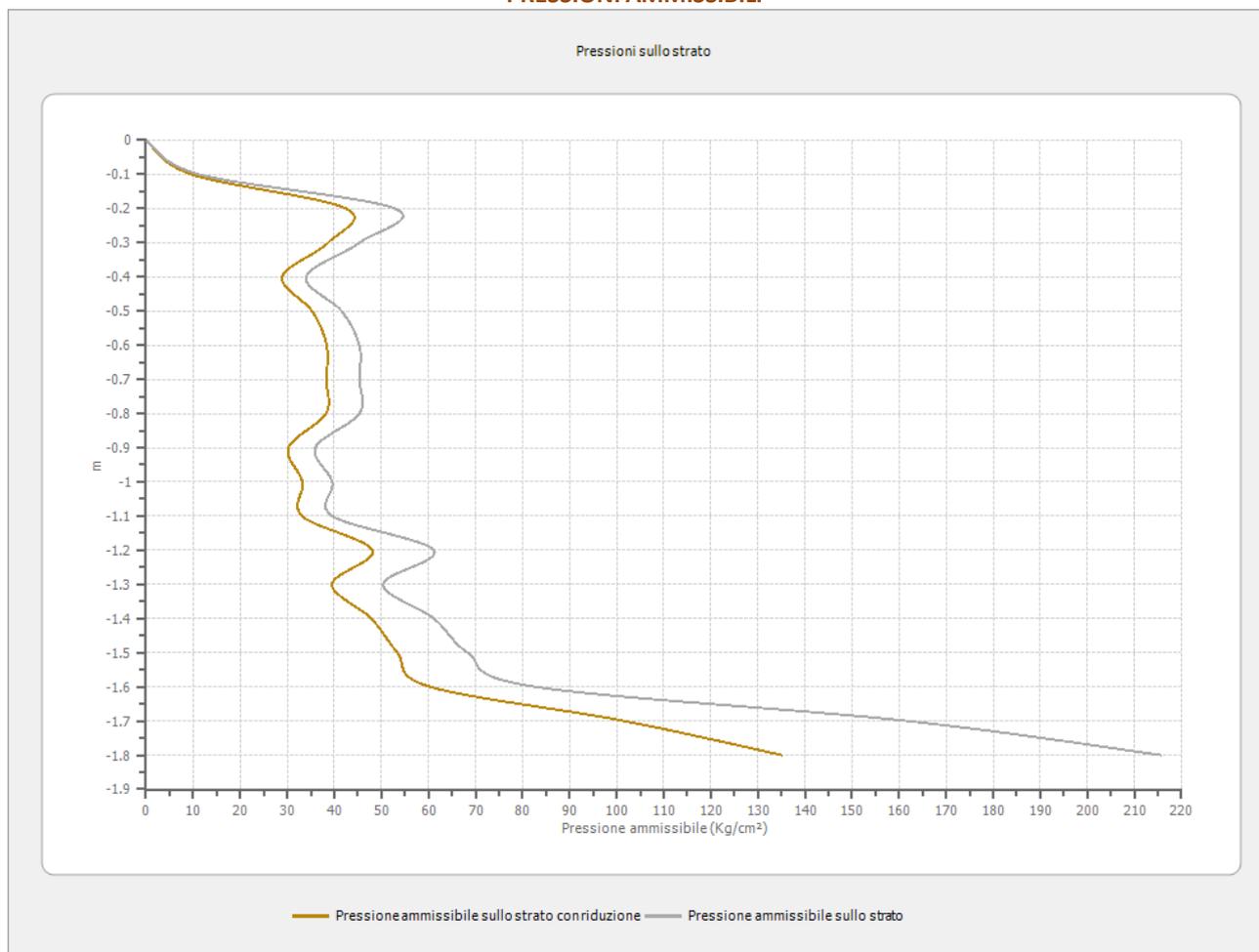
DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

Pagina 18 di 47

PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 1.60	13	20	32.99	-	1.48	1.92	18/23	80	48	0.33	POCO ADDENSATO
2	1.60 - 1.80	52	82	-	2.77	2.40	2.50	35/38	410	419.97	0.27	ESTREMAMENTE CONSISTENTE



GeoTechnology

PROVA 2

Profondità prova

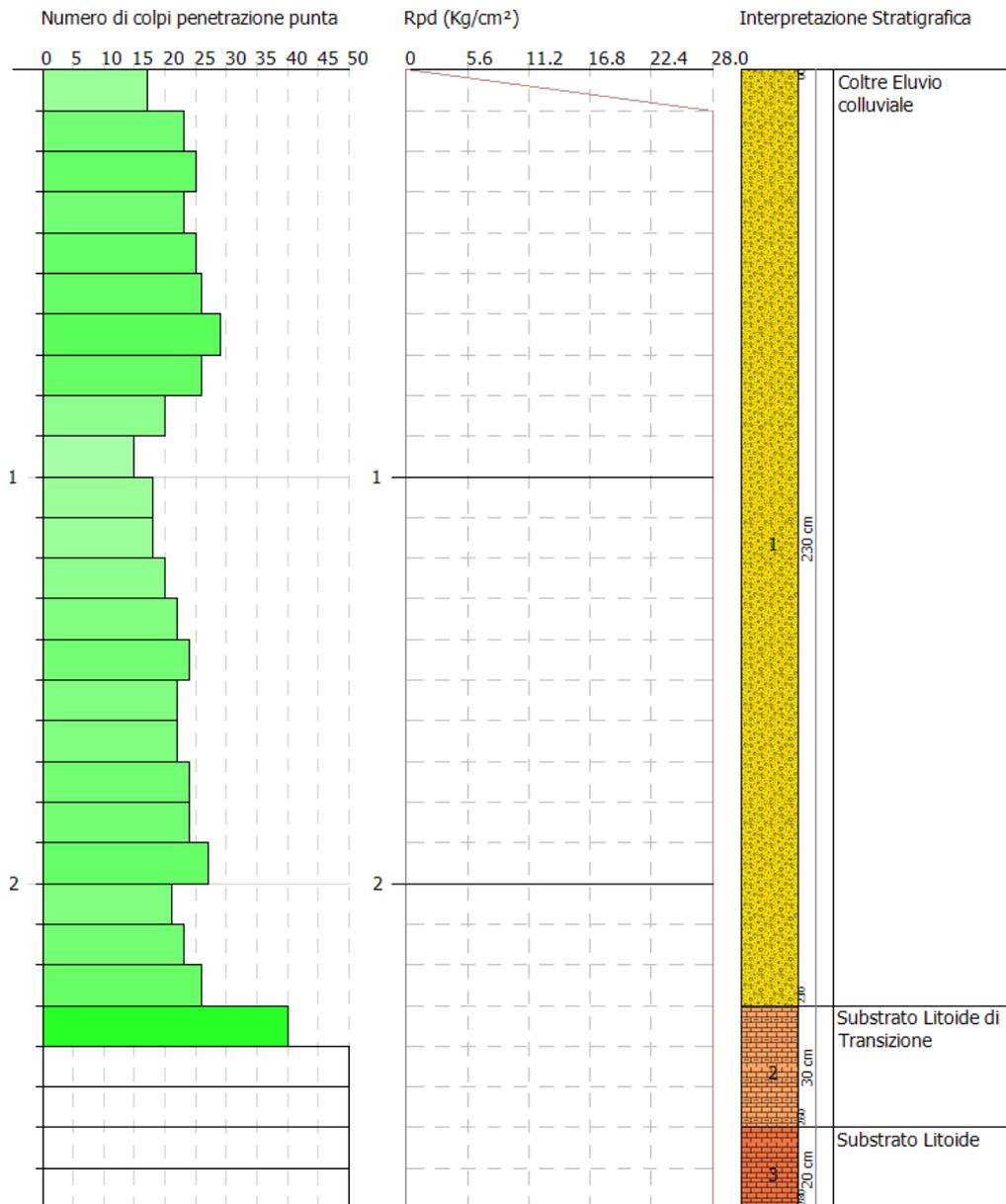
2.8 mt

Falda rilevata:

NO

Profondità falda:

-

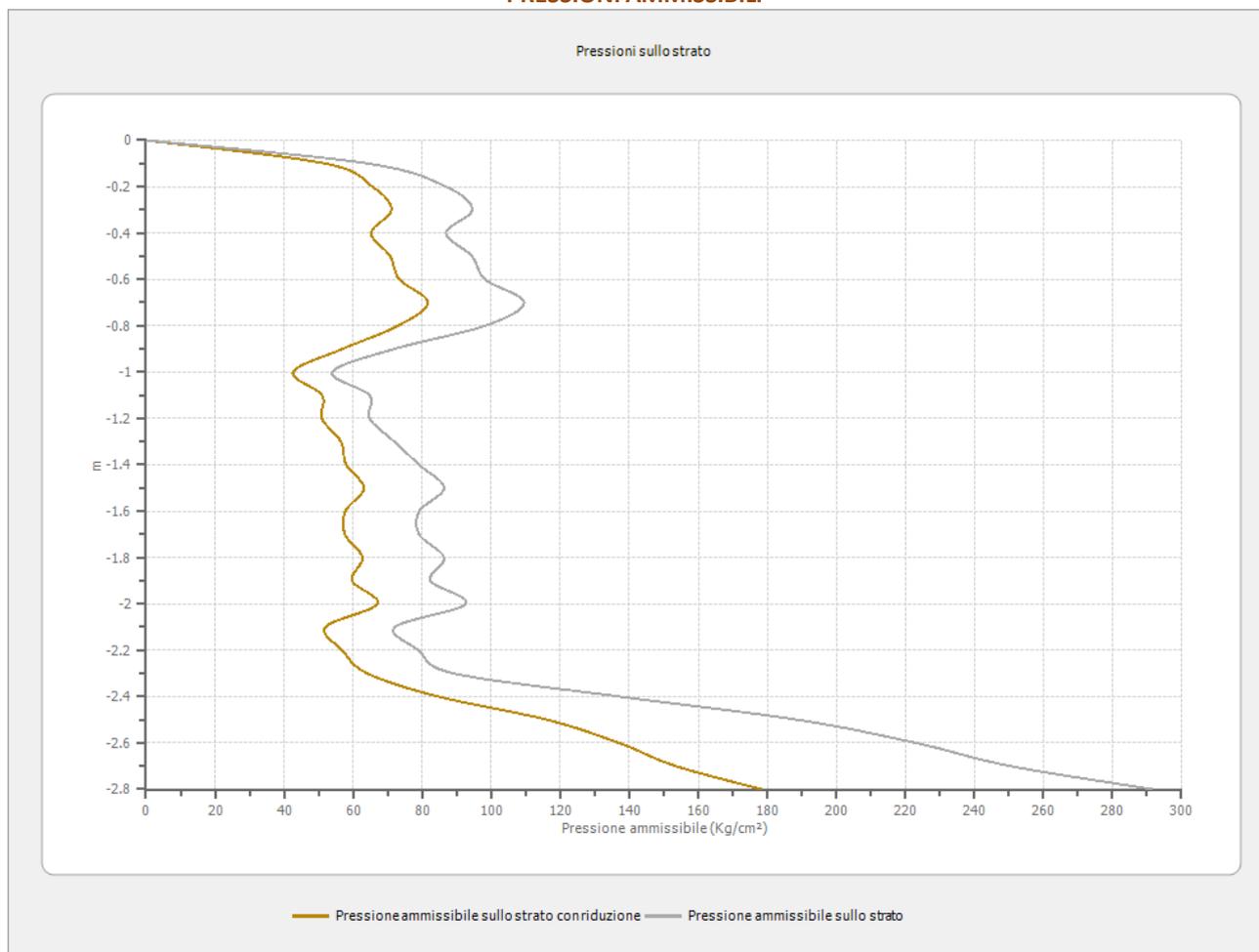


DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 2.30	22	34	46.5	-	1.56	1.97	18/23	136	62.38	0.32	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	2.30 - 2.60	53	82	-	2.77	2.40	2.50	35/38	410	419.97	0.27	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	2.60 - 2.80	79	122	-	4.12	2.50	2.50	38/42	610	623.96	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE



PROVA 3

Profondità prova

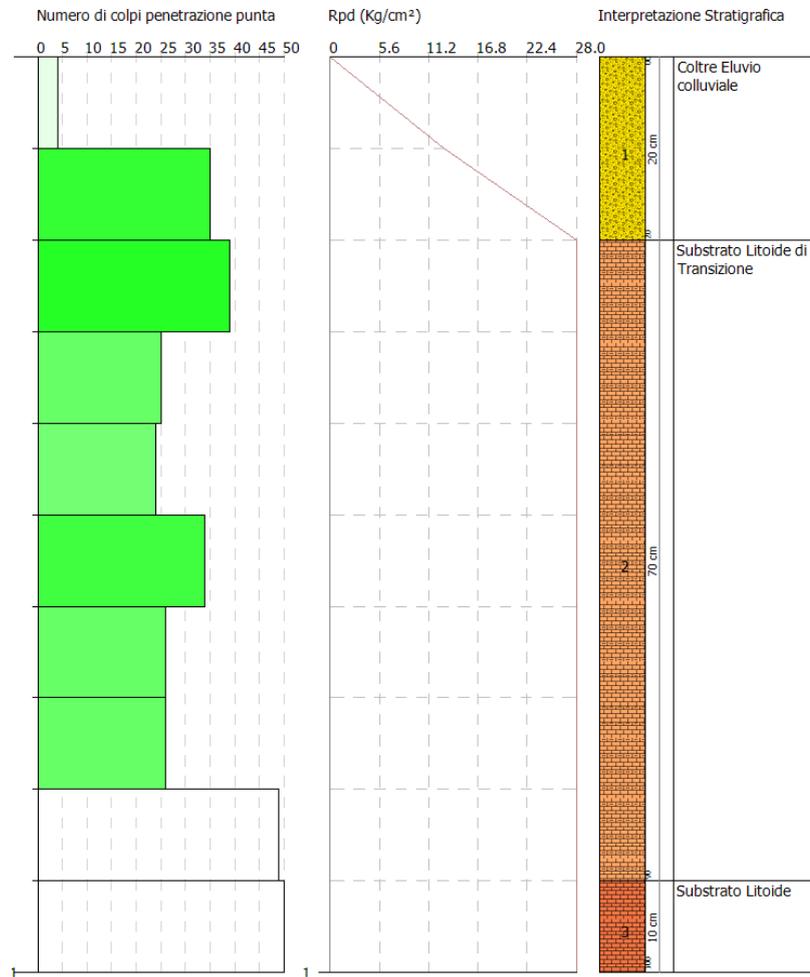
1.0 mt

Falda rilevata:

NO

Profondità falda:

-



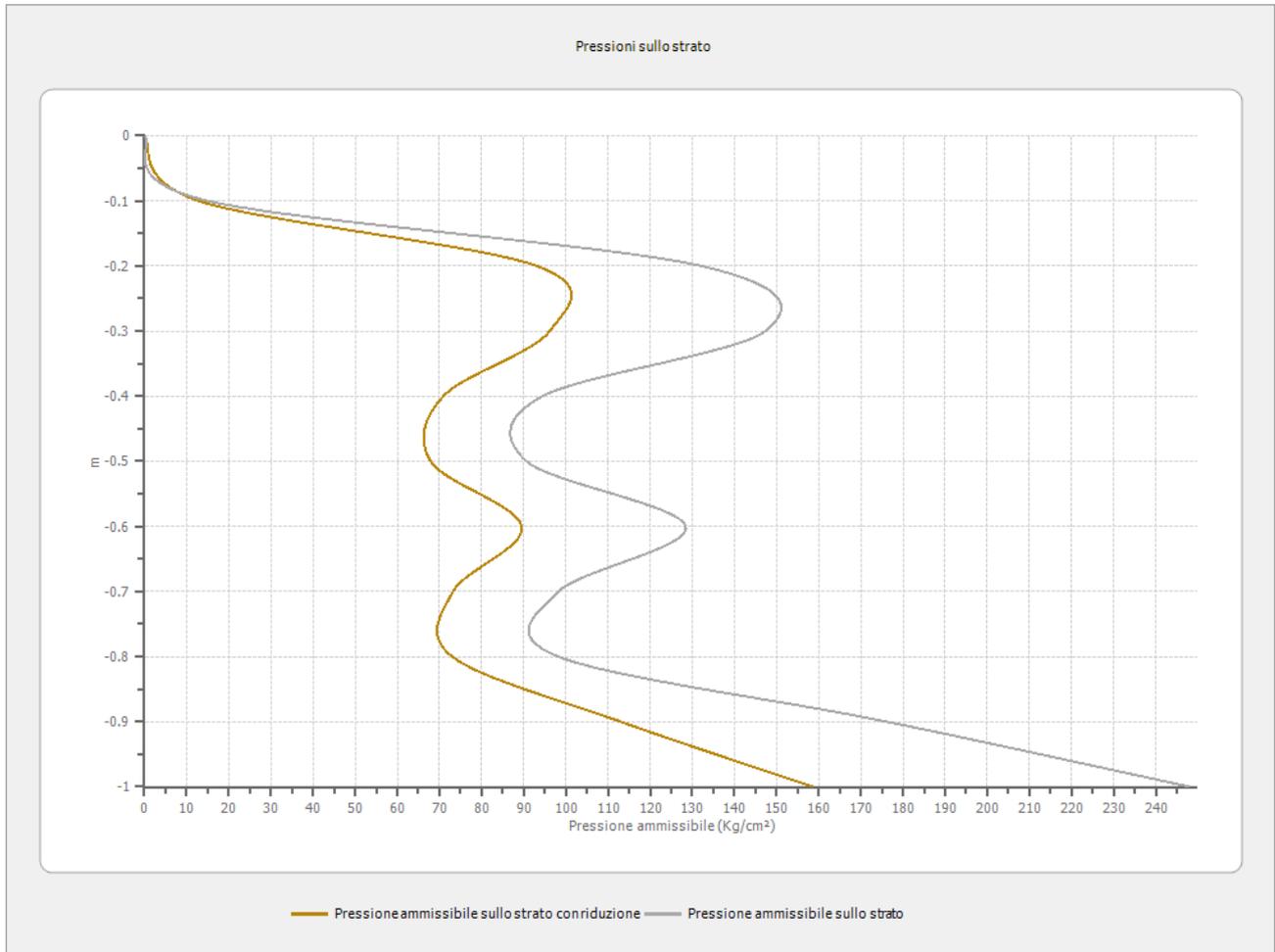
DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.



PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	19	30	43.02	-	1.54	1.96	18/23	120	58.28	0.32	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.90	32	48	-	1.62	2.11	2.20	30/32	240	246.58	0.31	MOLTO CONSISTENTE
3	0.90 - 1.00	69	108	-	3.65	2.50	2.50	38/42	540	552.56	0.25	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

Pagina 23 di 47

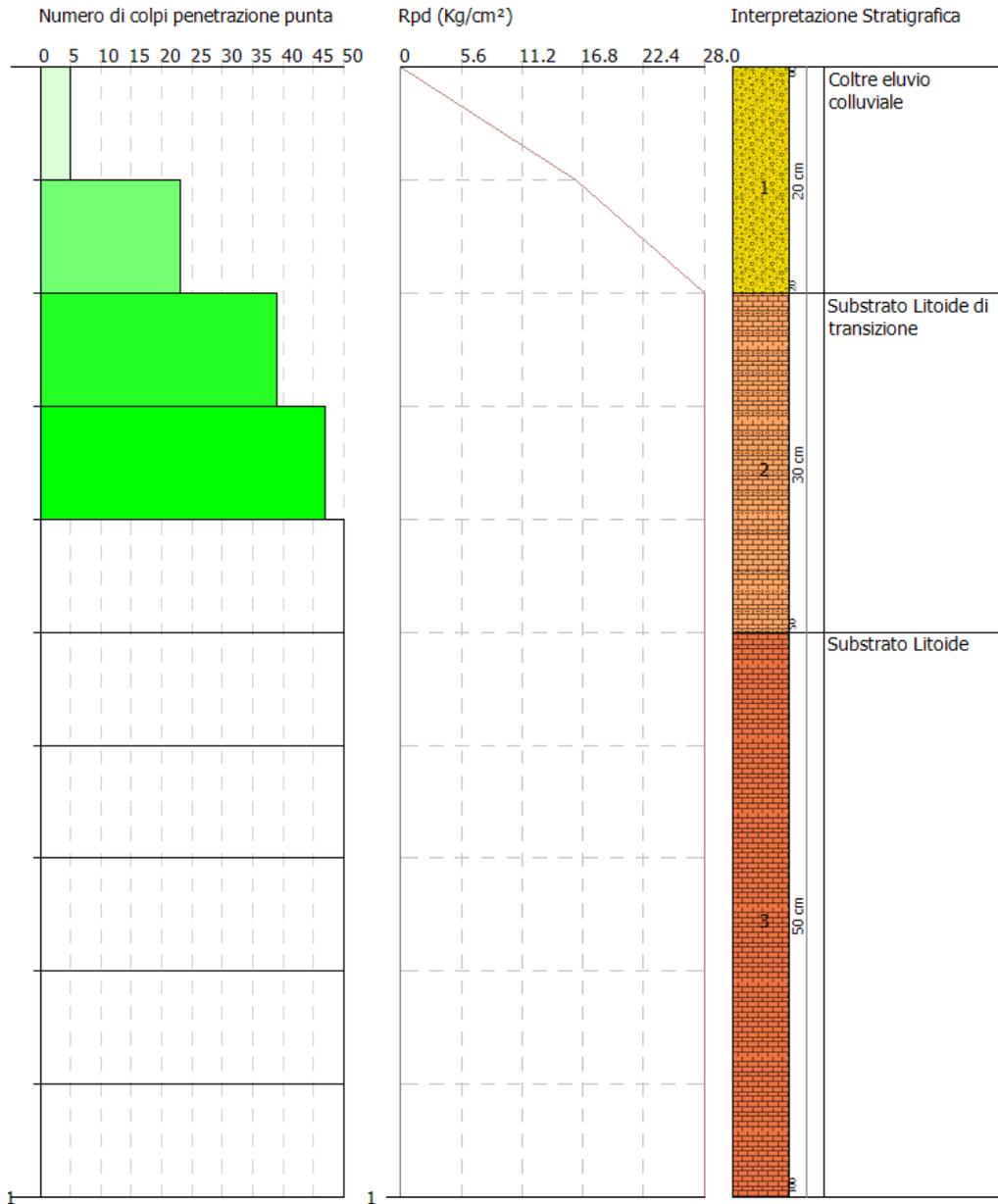
LOTTO 9**Planimetria delle indagini**



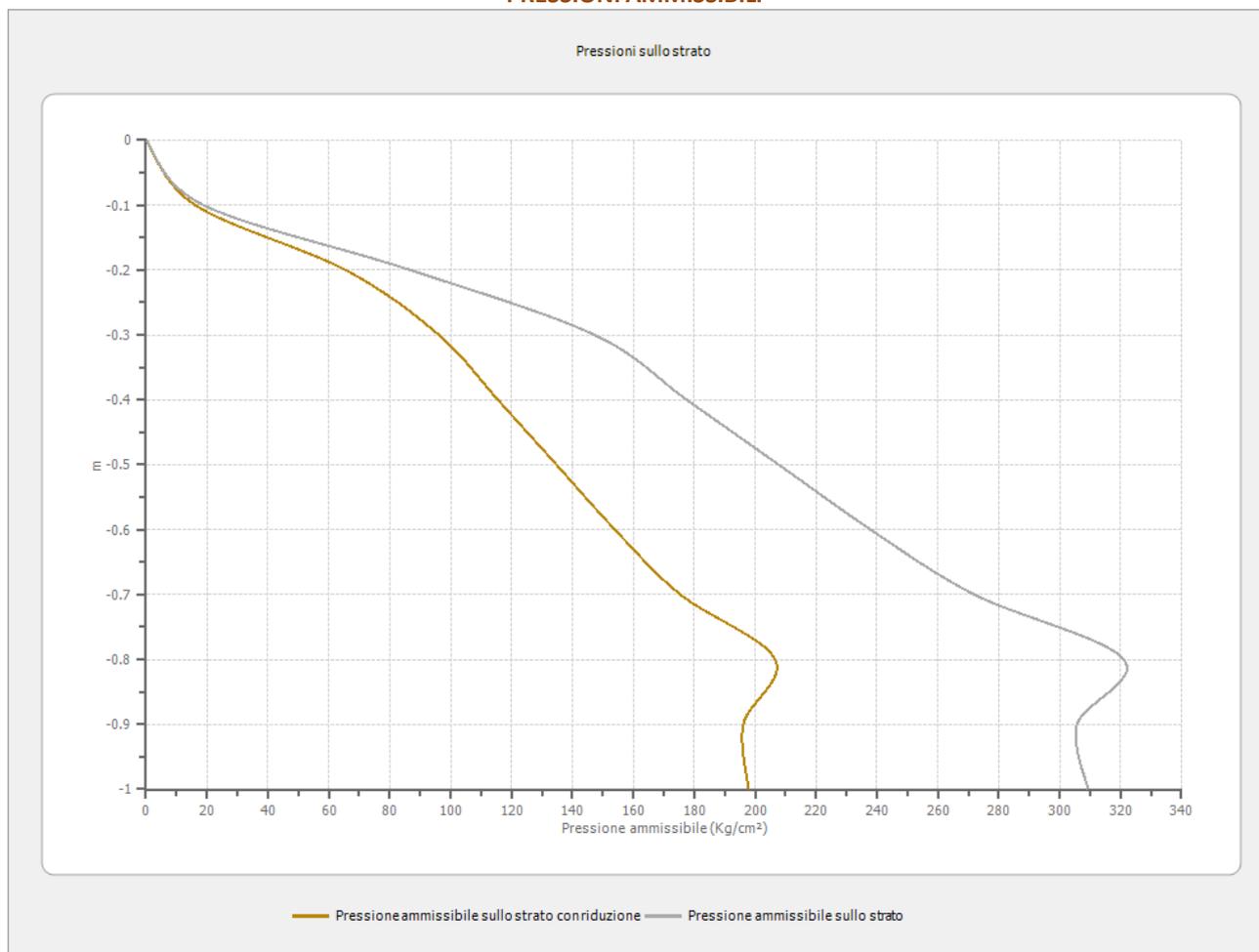
PROVA 1

Profondità prova
Falda rilevata:
Profondità falda:

1.0 mt
NO
-



PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

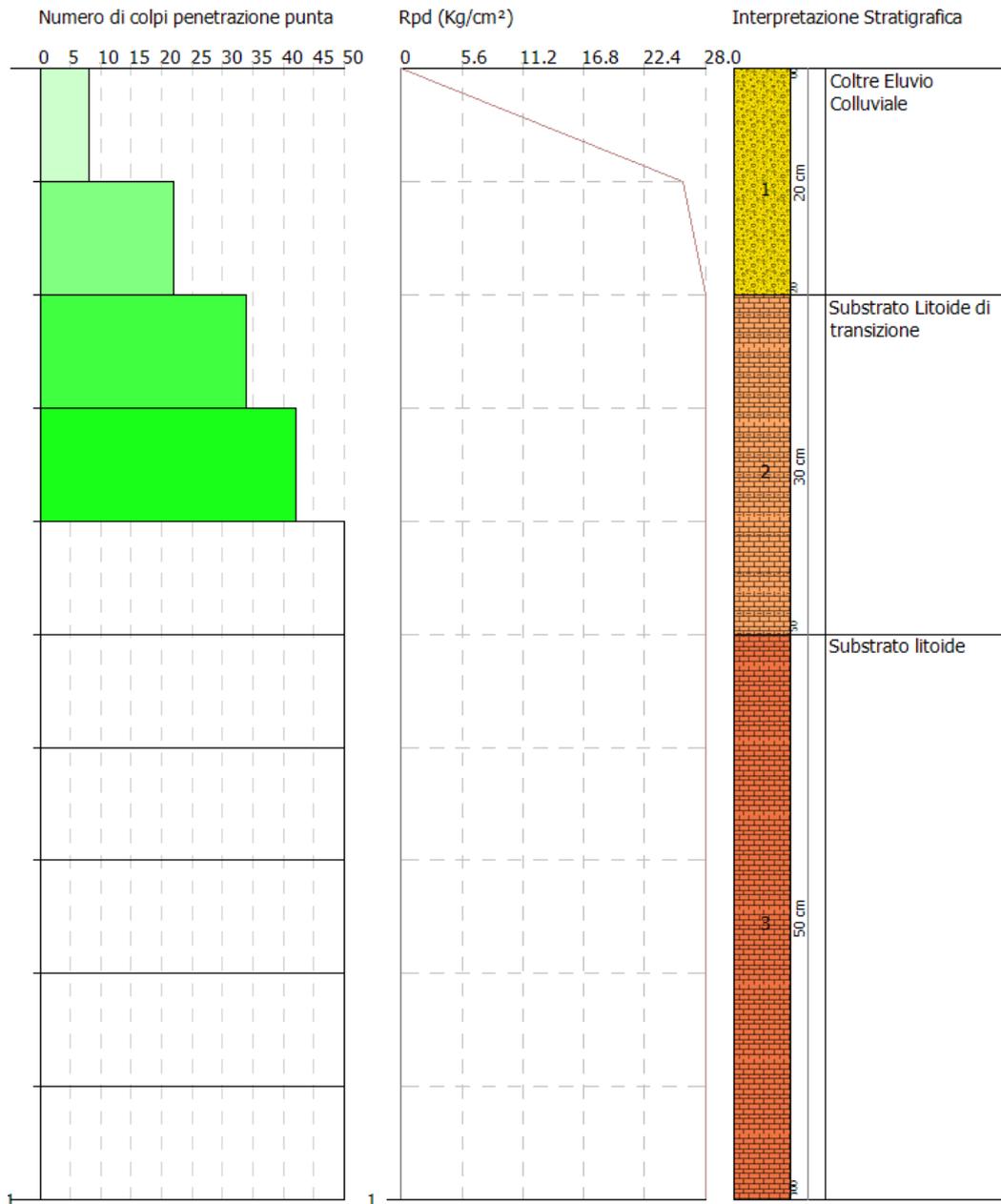
STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	14	20	32.99	-	1.48	1.92	18/23	80	48	0.33	POCO ADDENSATO
2	0.20 - 0.50	47	70	-	2.36	2.28	2.50	32/35	350	358.77	0.28	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.50 - 1.00	78	118	-	3.98	2.50	2.50	38/42	590	603.56	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE



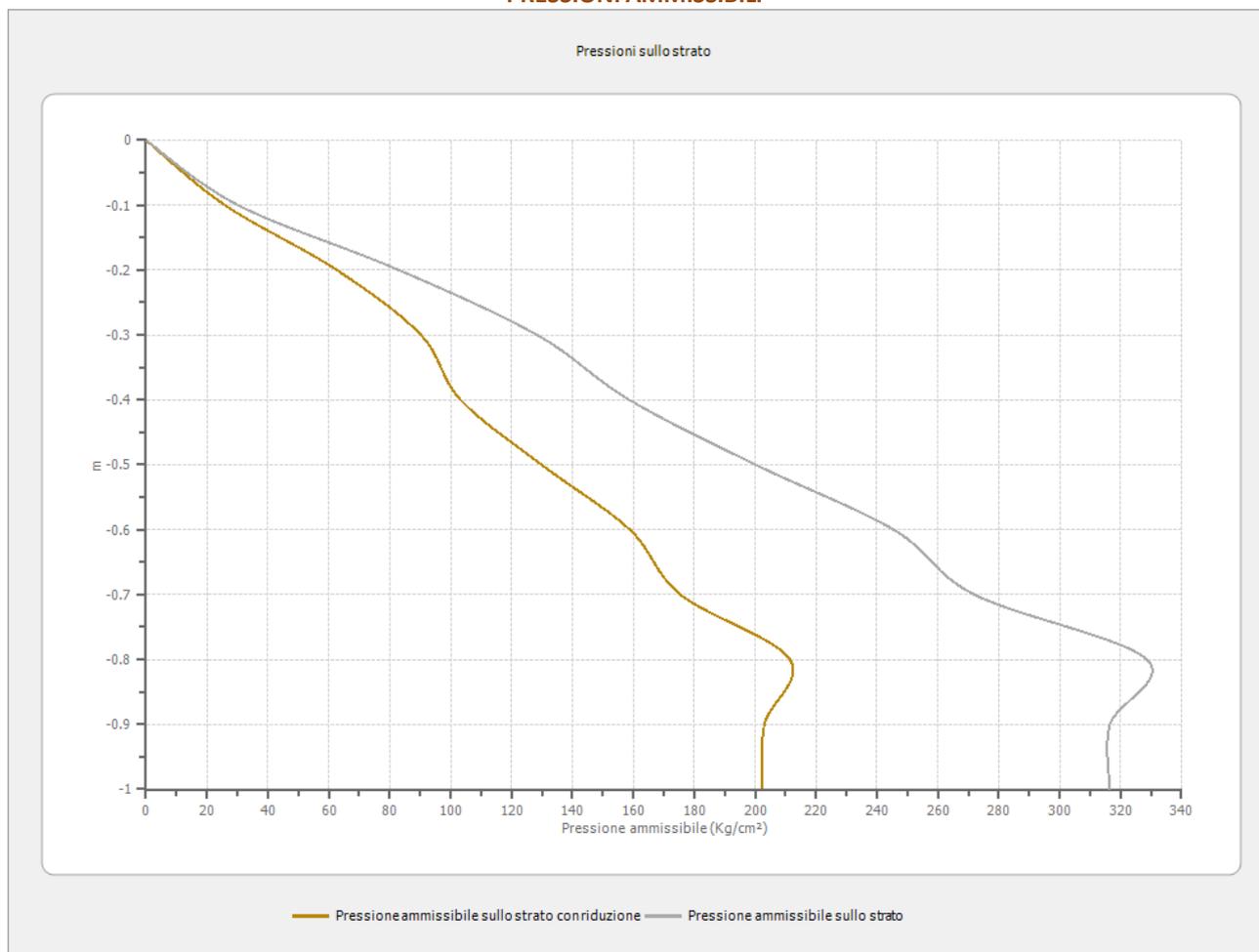
PROVA 2

Profondità prova
Falda rilevata:
Profondità falda:

1.0 mt
NO
-



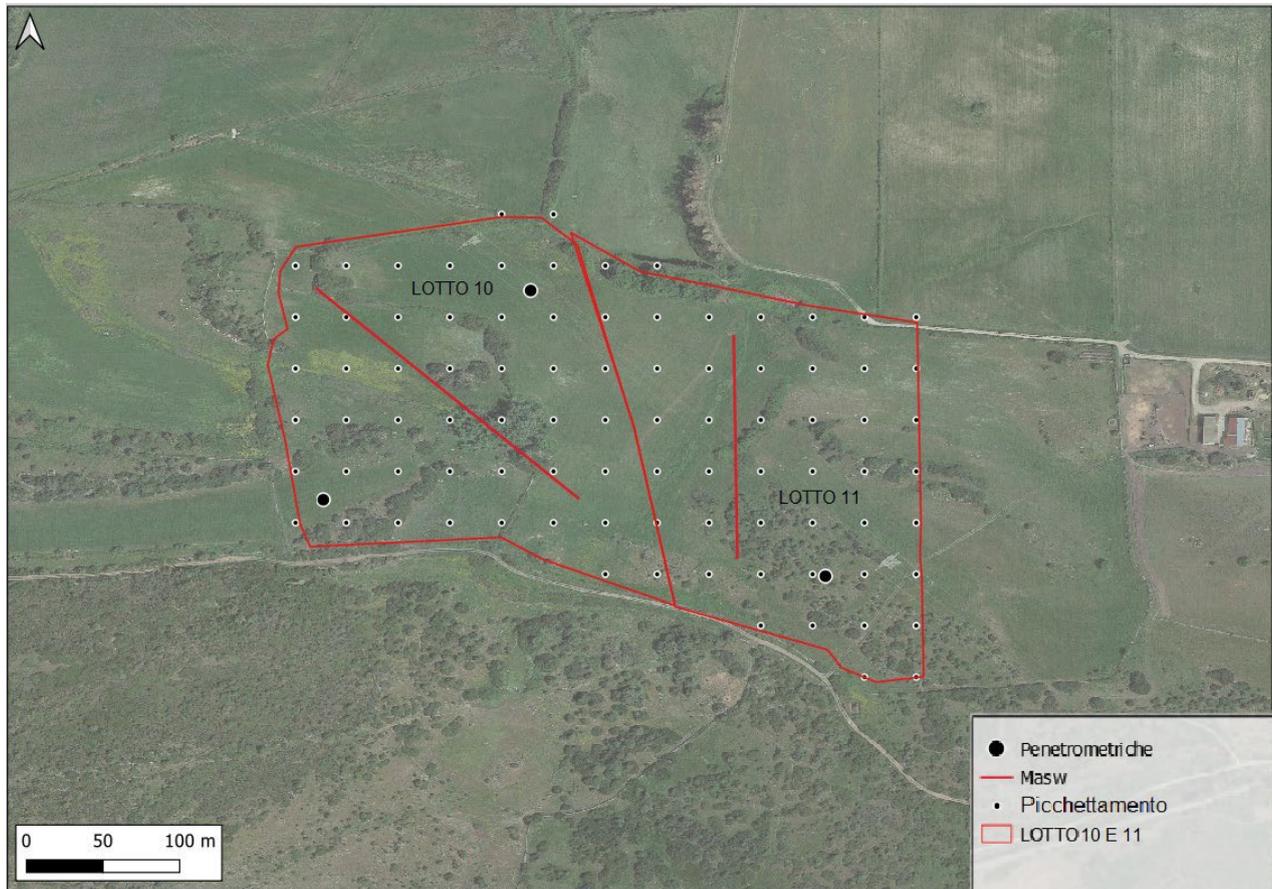
PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.20	15	22	35.16	-	1.49	1.93	18/23	88	50.06	0.33	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.20 - 0.50	43	64	-	2.16	2.20	2.44	32/35	320	328.17	0.29	ESTREMAMENTE CONSISTENTE
3	0.50 - 1.00	80	122	-	4.12	2.50	2.50	38/42	610	623.96	0.23	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

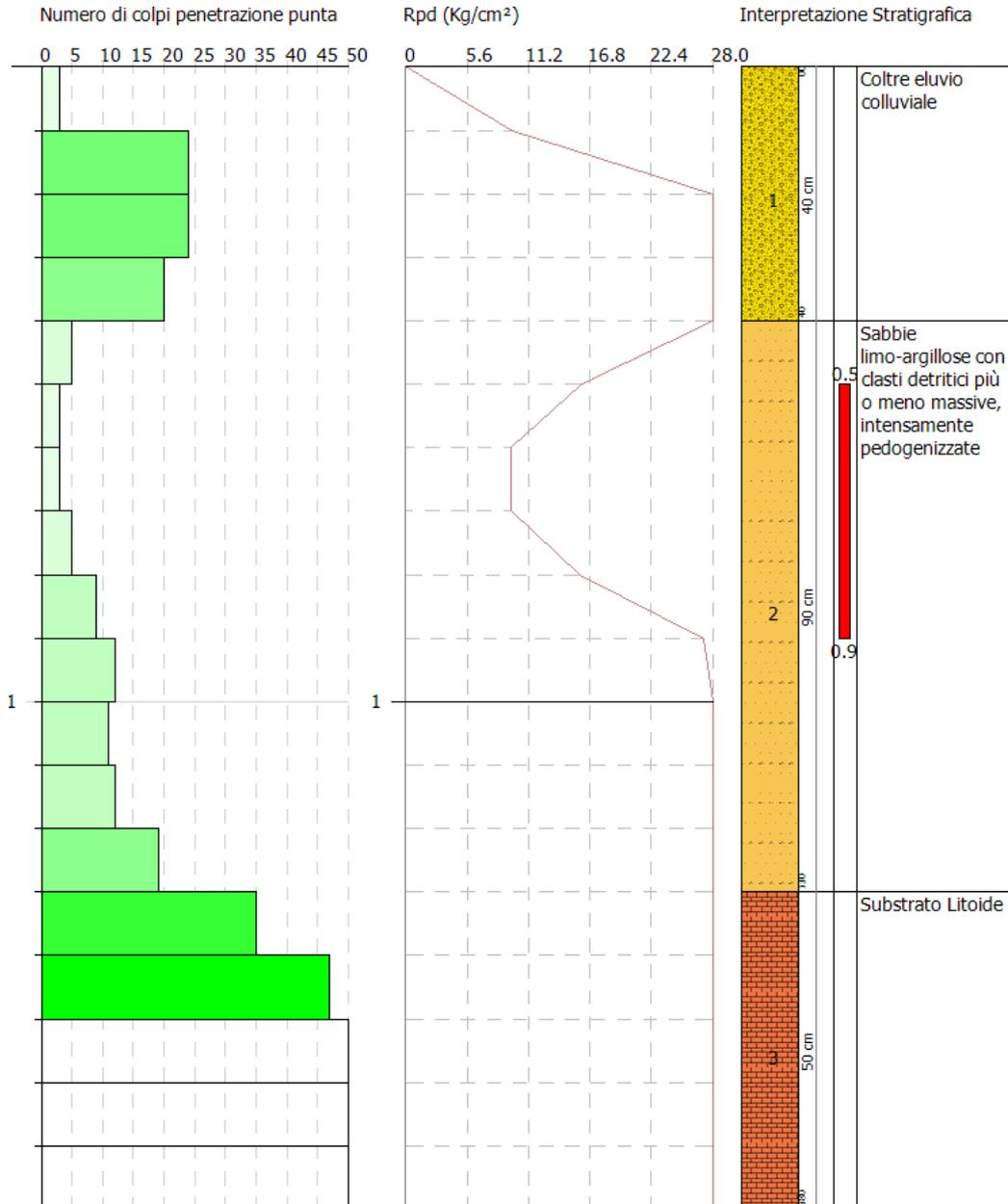
LOTTO 10 E 11
Planimetria delle indagini



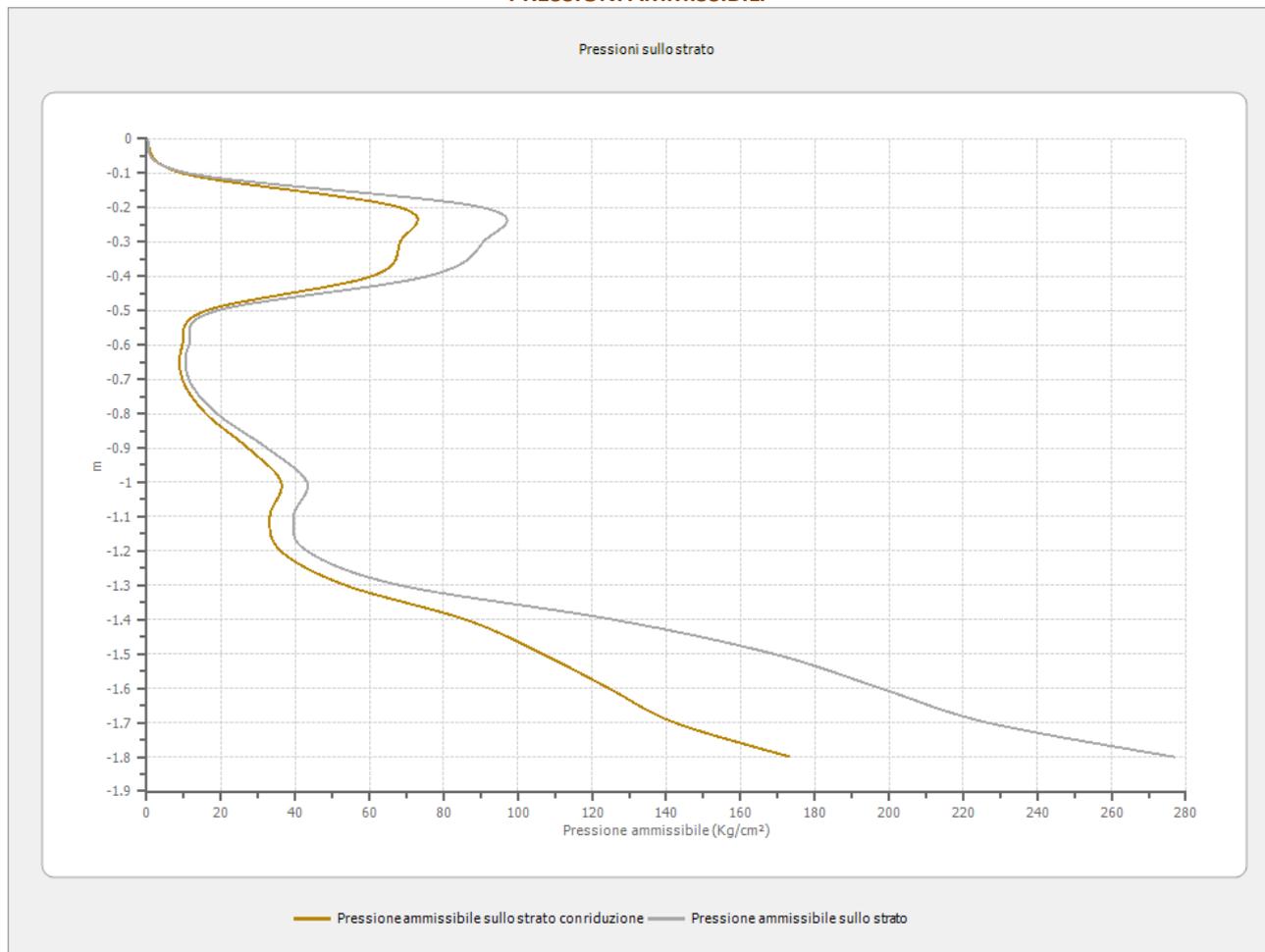


PROVA 1 – LOTTO 10

Profondità prova 1.8 mt
Falda rilevata: SI
Profondità falda: 0.5-0.9 mt



PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.40	18	26	39.24	-	1.51	1.94	18/23	104	54.17	0.33	MODERATAMENTE ADDENSATO
2	0.40 - 1.30	8	12	23.45	-	1.43	1.89	20/25	48	39.79	0.34	POCO ADDENSATO
3	1.30 - 1.80	55	86	-	2.9	2.50	2.50	35/38	430	440.37	0.27	ESTREMAMENTE CONSISTENTE



PROVA 2 – LOTTO 10

Profondità prova

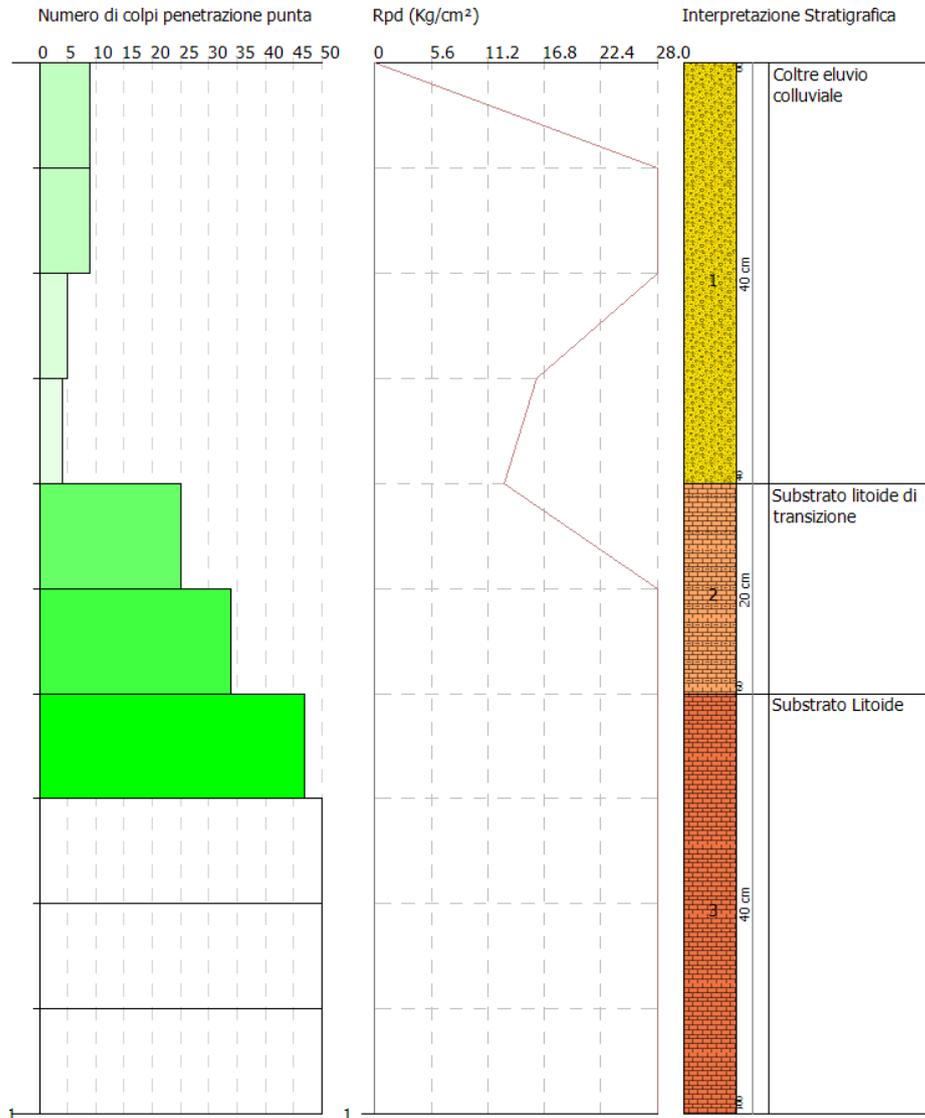
1.0 mt

Falda rilevata:

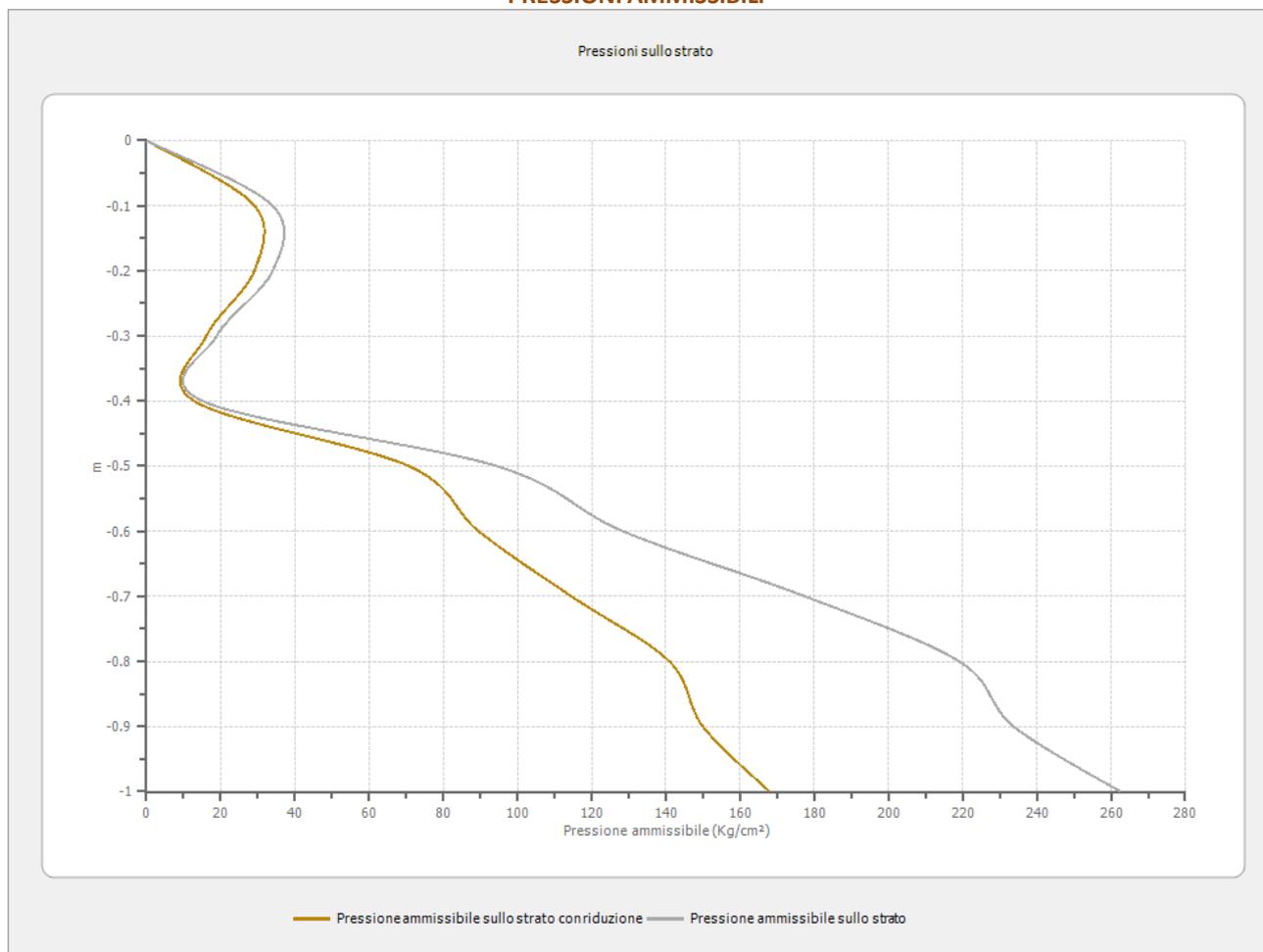
NO

Profondità falda:

-



PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 0.40	7	10	20.83	-	1.41	1.88	18/23	40	35.5	0.34	POCO ADDENSATO
2	0.40 - 0.60	29	44	-	1.49	2.11	2.14	30/32	220	226.18	0.31	MOLTO CONSISTENTE
3	0.60 - 1.00	61	92	-	3.11	2.50	2.50	35/38	460	470.96	0.26	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

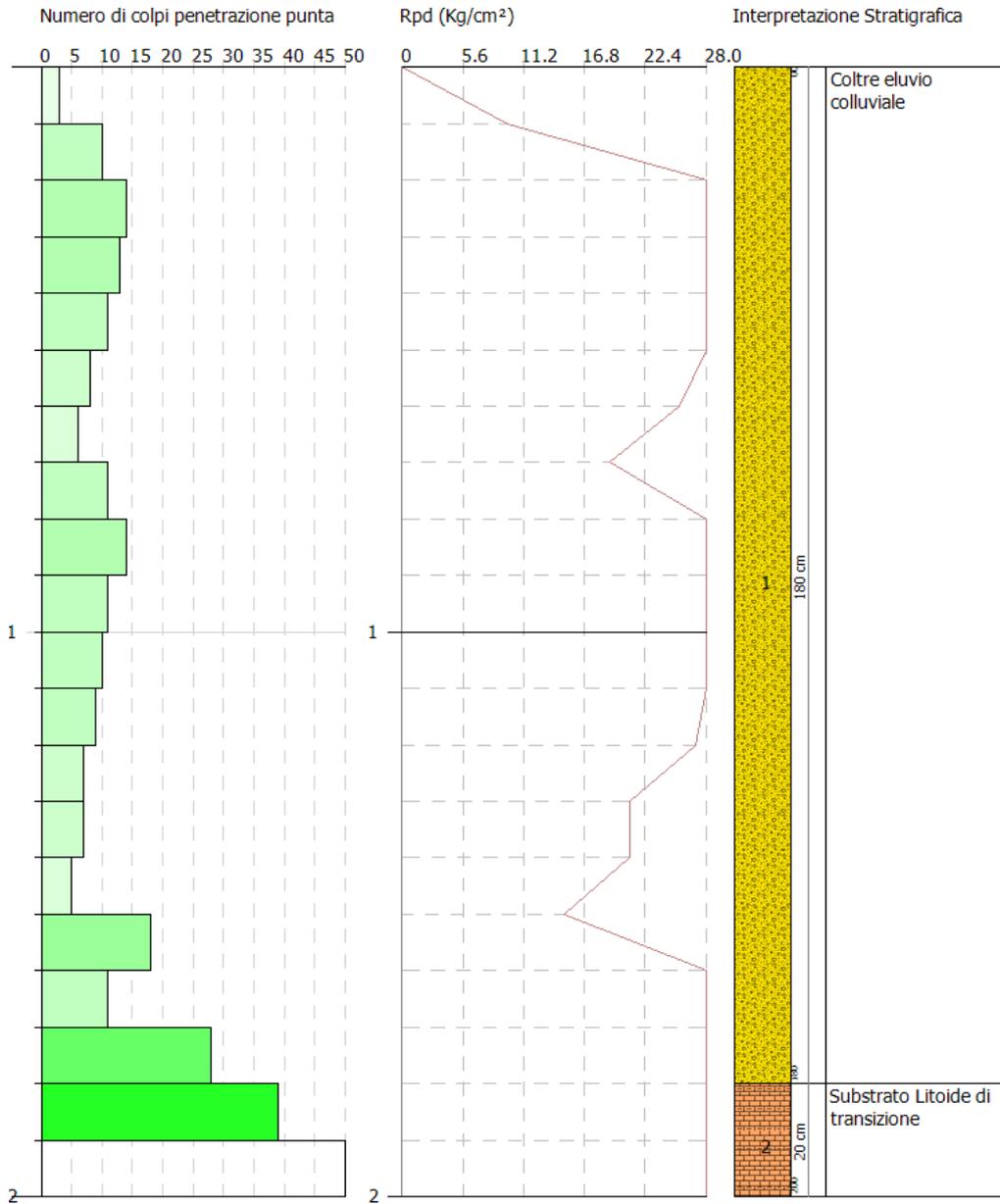


GeoTechnology

PROVA 3 – LOTTO 11

Profondità prova
Falda rilevata:
Profondità falda:

2.0 mt
NO
-



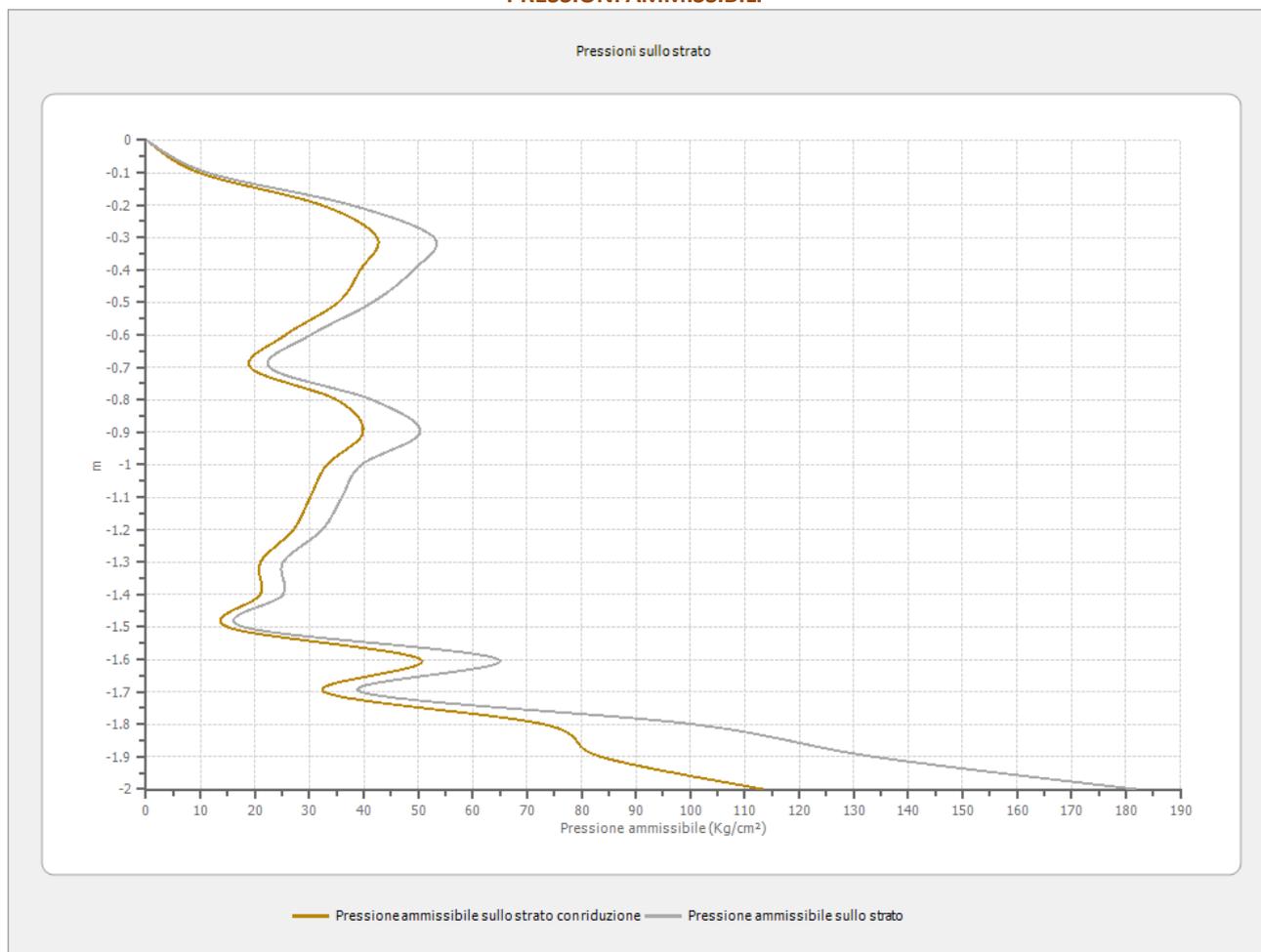
DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

Pagina 34 di 47

PRESSIONI AMMISSIBILI



PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	SPESSORE (m)	N COPLI	qc (kg/cmq)	densità relativa (%)	Cu (kg/cmq)	peso di unità di volume (t/mc)	peso di unità di volume sat (t/mc)	ANGOLO DI ATTRITO (°)	Modulo di Young (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo di Poisson	CLASSIFICAZIONE AGI
1	0.00 - 1.80	11	16	28.4	-	1.45	1.90	18/23	64	43.9	0.34	POCO ADDENSATO
2	1.80 - 2.00	46	72	-	2.43	2.32	2.50	32/35	360	368.97	0.28	ESTREMAMENTE CONSISTENTE

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n° 877 - sez. A.

Pagina 35 di 47

















DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO
specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Puglia* al n° 877 - sez. A.







IL DIRETTORE TECNICO

DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO



DOTT. GEOL. OTTOMANELLI GIOVANNI PAOLO

specializzato in GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA E ALL'AMBIENTE

iscritto all'Albo Professionale dell'*Ordine dei Geologi della Regione Puglia* al n° **877** - sez. A.