



REGIONE ABRUZZO
COMUNE DI FURCI
Provincia di Chieti



loc. Morge

**REALIZZAZIONE E GESTIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DELLA POTENZA NOMINALE DI 53.69 MW CON RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE**

PROPONENTE	soc. ARAN 1 srl via Fratelli Ruspoli 8 00198 Roma	
PROGETTISTA		

OGGETTO	PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA	data	marzo 2023
		scala	
		format	A4
		elaborato	L_1.2

INDICE

1. PREMESSA	2
2. METODOLOGIE DI STUDIO	3
3. PIANO DELLE INDAGINI.....	3
4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	5
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	8
5.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	9
5.2. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI DEL SITO	12
6. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	14
7. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO NEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	16
8. INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE.....	18
8.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)	18
8.2. METODOLOGIA DI ELABORAZIONE DEI DATI PENETROMETRICI	20
9 COMPATIBILITÀ GEOLOGICA CON LE NORME DEL PSAI	22

FUORI TESTO

ALLEGATO I - Stralcio I.G.M. Scala 1:25000
 Aereofotogrammetria Scala 1:5000
 Stralcio Catastale

ALLEGATO II - Planimetria con l'ubicazione delle indagini
 Parametri geotecnici dei terreni

ALLEGATO III –Prospezione Sismica MASW

ALLEGATO IV - Analisi geotecniche di laboratorio

1. PREMESSA

Lo scrivente **Dr. Geol. Antonio Senese**, iscritto all'ordine dei Geologi della Campania con n° 1886, ha redatto la presente RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA per la **realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 53.69 MW con relative opere di connessione alla rete elettrica nazionale (RTN)** in località Morge del Comune di Furci (CH).

Il sito di installazione dell'impianto è censito al N.C.T. ai fogli di seguito elencati:

- foglio 13 particelle 81, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 37, 38, 39, 40, 21, 27, 57, 58 e 59;
- foglio 15 particelle 5, 21, 111, 1, 102, 107, 109, 123, 2, 23, 3, 32, 33, 4, 46, 18, 128, 11, 19, 127, 110, 126, 12, 13, 14, 17, 119, 120, 4083, 4084, 4085, 4086, 54, 116, 117, 115, 57 per un'estensione complessiva dell'area impegnata pari a 64.03.30 ha.

Dall'analisi aggiornata del PAI si evince che l'area oggetto dell'intervento non è sottoposta ad alcun vincolo idrogeologico, né per quanto concerne la pericolosità geomorfologica e né per quanto concerne la pericolosità idraulica.

2. METODOLOGIE DI STUDIO

Per l'espletamento dell'incarico sono state condotte delle osservazioni sulla geologia e morfologia del territorio d'indagine, sia mediante sopralluoghi, sia attraverso un'attenta consultazione della cartografia tematica a disposizione e della bibliografia specializzata reperita.

L'analisi ed il confronto dei dati così conseguiti hanno permesso, in particolare, di delineare importanti aspetti quali: l'assetto geologico strutturale dell'area, la locale successione litostratigrafica, le condizioni geomorfologiche d'insieme e, quindi, la stabilità globale del territorio.

3. PIANO DELLE INDAGINI

Per la realizzazione di tale lavoro sono stati preliminarmente raccolti i dati bibliografici e quelli relativi a vari sondaggi geognostici già realizzati nell'area prossima a quella di realizzazione dell'opera, integrati con un rilevamento geologico e geomorfologico dell'area.

In particolare il presente studio si è basato:

- *sui dati rilevati durante vari sopralluoghi eseguiti sull'area d'intervento e su un suo intorno significativo;*
- *sulla consultazione di cartografie geologiche e geomorfologiche specifiche riguardanti l'area in esame;*
- *su pubblicazioni scientifiche e dati bibliografici;*
- *su un'indagine geognostica in situ che consta di n°8 Prove Penetro-*

metriche dinamiche (DPSH);

- *n° 4 analisi di laboratorio su campioni di terreno;*
- *sull'esecuzione n° 4 indagini sismiche, attive, tipo MASW, per la valutazione della V_{s30} .*

4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Il sito di installazione dell'impianto è localizzato nel comune di Furci (Ch) località "Morge" ed è censito al N.C.T. al foglio di seguito elencato:

- foglio 13 particelle 81, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 37, 38, 39, 40, 21, 57, 58 e 59;
- foglio 12 particella 27;
- foglio 15 particelle 5, 21, 111, 1, 102, 107, 109, 123, 2, 23, 3, 32, 33, 4, 46, 18, 128, 11, 19, 127, 110, 126, 12, 13, 14, 17, 103, 119, 120, 4081, per un'estensione complessiva dell'area impegnata pari a ha 66.70.00 ha.

Il terreno scelto per la realizzazione dell'impianto risulta essere:

- ✓ con lievissime pendenze condizione che garantisce una ottima esposizione solare durante tutto l'arco della giornata;
- ✓ accessibile dal punto di vista viario attraverso la strada provinciale SP 212 che lo costeggia;
- ✓ privo di vincoli fisici ed ostacoli che possano compromettere l'insolazione del campo fotovoltaico;
- ✓ distante circa 9 km dal centro abitato del comune di Furci.

Il sito risulta classificato, in base al piano regolatore generale del comune di Furci, come Zona "E" - Agricola.

L'impianto, della potenza di 55,5 MW in corrente continua, costituito da un sistema di pannelli fotovoltaici disposti a stringhe e da un sistema di vie d'accesso e comunicazione interne (su dette strade verranno interrati anche i cavidotti interni).

L'intero perimetro del sito, verrà delimitato da una barriera alberata e da vegetazione autoctona lungo una fascia di 5 metri appositamente creata per non disporre le stringhe a ridosso del perimetro dello stesso.

L'impianto è costituito da moduli disposti su più file parallele di inseguitori solari monoassiali distanziate tra loro in modo tale da non creare mutui ombreggiamenti tra le file e da consentire una facile manutenzione.

I moduli fotovoltaici scelti per l'intero parco fotovoltaico sono della ditta "Risen" modello RSM 150-8-495M e sono composti da celle in silicio mono-cristallino con una vita utile stimata di oltre 25 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Il parco fotovoltaico sarà realizzato a terra con l'utilizzo di strutture di sostegno portanti a telaio in metallo, specifiche per la realizzazione di grandi impianti fotovoltaici in campo aperto. Il telaio è composto da elementi di sostegno, mentre il collegamento delle strutture avviene con profilati in alluminio estruso o acciaio zincato sulle quali vengono fissate (imbullonate) le guide, anch'esse in alluminio estruso, su cui verranno fissati i moduli fotovoltaici dotati di telaio proprio. Ogni telaio è ideato per ospitare un numero massimo di pannelli, affiancati disposti su una fila. Al fine di migliorare l'efficienza energetica del parco fotovoltaico e dunque massimizzare la produzione di energie.

L'installazione dei pannelli, come precedentemente indicati, avviene senza eseguire alcun tipo di scavo, consentendo una semplificazione nella posa in opera dell'impianto.

Le opere civili necessarie per l'installazione dell'impianto riguardano:

- Sistemazione e livellamento delle aree nonché la realizzazione

di pista perimetrale;

- o Posa in opera di fondazioni per le cabine elettriche di sotto-campo e cabina generale di impianto;
- o Posa in opera di recinzione perimetrale ed accessi;
- o Realizzazione di opere minori di regimentazione idraulica superficiale all'interno del campo e lungo la rete di connessione;
- o Installazione di un impianto di illuminazione;
- o Installazione di un impianto di videosorveglianza;
- o Realizzazione di cavidotti interrati all'interno del campo fotovoltaico;
- o Opere di rinverdimento, piantumazione ed adeguamento ambientale.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area in esame (**Fig. 1**) è inquadrata nella seguente cartografia:

- ☞ Tavola I.G.M. n° 148 "Sez III Cupello" in scala al 25000;
- ☞ foglio, in scala 1:100000 n° 148 "Vasto" della carta geologica d'Italia.
- ☞ carta geologica del Molise foglio, in scala 1:100000.

Dal punto di vista geologico, come si evince dalla Carta Geolitologica allegata, tale zona fa parte del versante sinistro del F. Treste che, nel tratto in studio incide i terreni pelitico-fliscioidi del Terziario e allineandosi alle strutture tettoniche principali, formate da larghe dorsali costituite da rigide successioni calcareo-marnose e/o marnoso-arenacee.

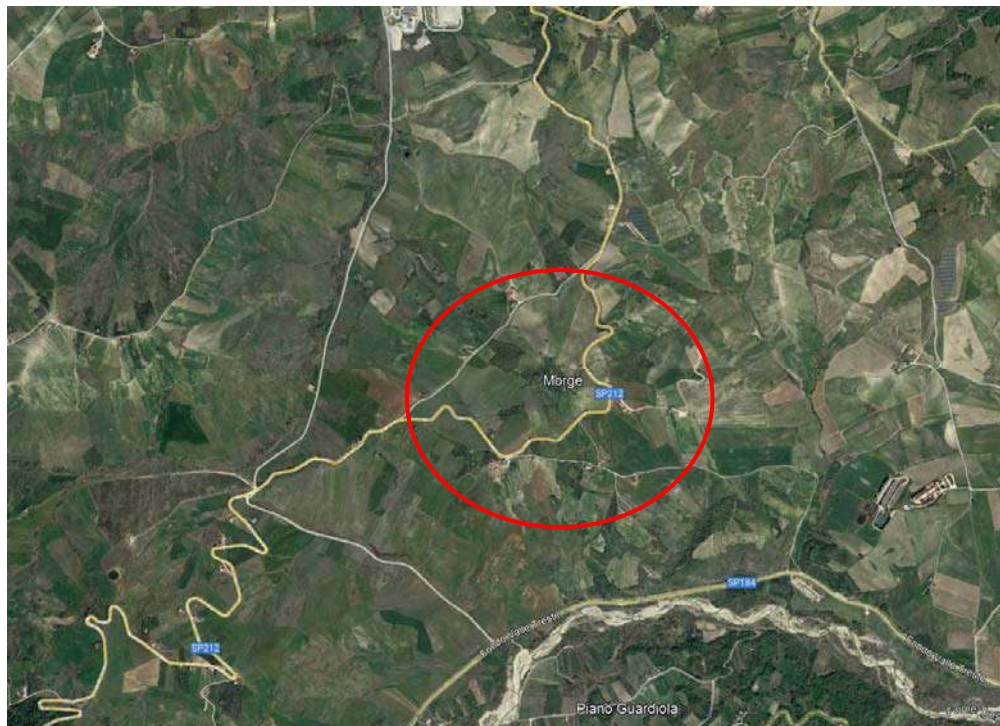


Fig 1 – Area di realizzazione dell'impianto. Immagine Google Earth

La costituzione geologica della zona è caratterizzata da una potente

successione alloctona oligo-miocenica in ricoprimento tettonico su terreni autoctoni del Pliocene (Selli, 1962), che comprende, dal basso verso l'alto, le Argille Varicolori, la Formazione di Tufillo e la Formazione di Agnone.

Le Argille Varicolori (noti in letteratura anche come Argille scagliose, Argille variegate, Terreni caotici, Complesso Caotico, ecc.) rappresentano l'unità più antica affiorante e sono costituite prevalentemente da sedimenti pelitici di mare profondo con intercalazioni di strati lapidei che testimoniano un ridotto e intermittente apporto torbido.

La parte pelitica è formata da sottili alternanze di argilliti variegata con colori che vanno dal rosso mattone al verde e grigio, interessate da fenomeni di deformazione tettonica quali stiramento, laminazione e strutture scistose fino a microscagliose.

5.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

L'area direttamente interessata dal progetto ricade all'interno di un sistema geologico caratterizzato dall'affioramento di una successione marina caratterizzata da calcareniti e sabbie organogene giallastre passanti verso l'alto ad argille marnose azzurre (affioranti in loc. Morge) in alternanza a sabbie argillose giallastre (Pliocene medio-inferiore).

Con riferimento alla carta geologica allegata (fig. 3) i terreni affioranti nell'area sono di tipo argilloso e sono costituiti da argille ed argille siltose che si alternano ad argille marnose grigioazzurre, silt e sabbie fini di colore grigio scuro. Questa formazione costituisce buona parte dei rilievi collinari, a luoghi si presenta obliterata da coperture discontinue di depositi alluvionali

ciottoloso-sabbiosi pleistocenici.

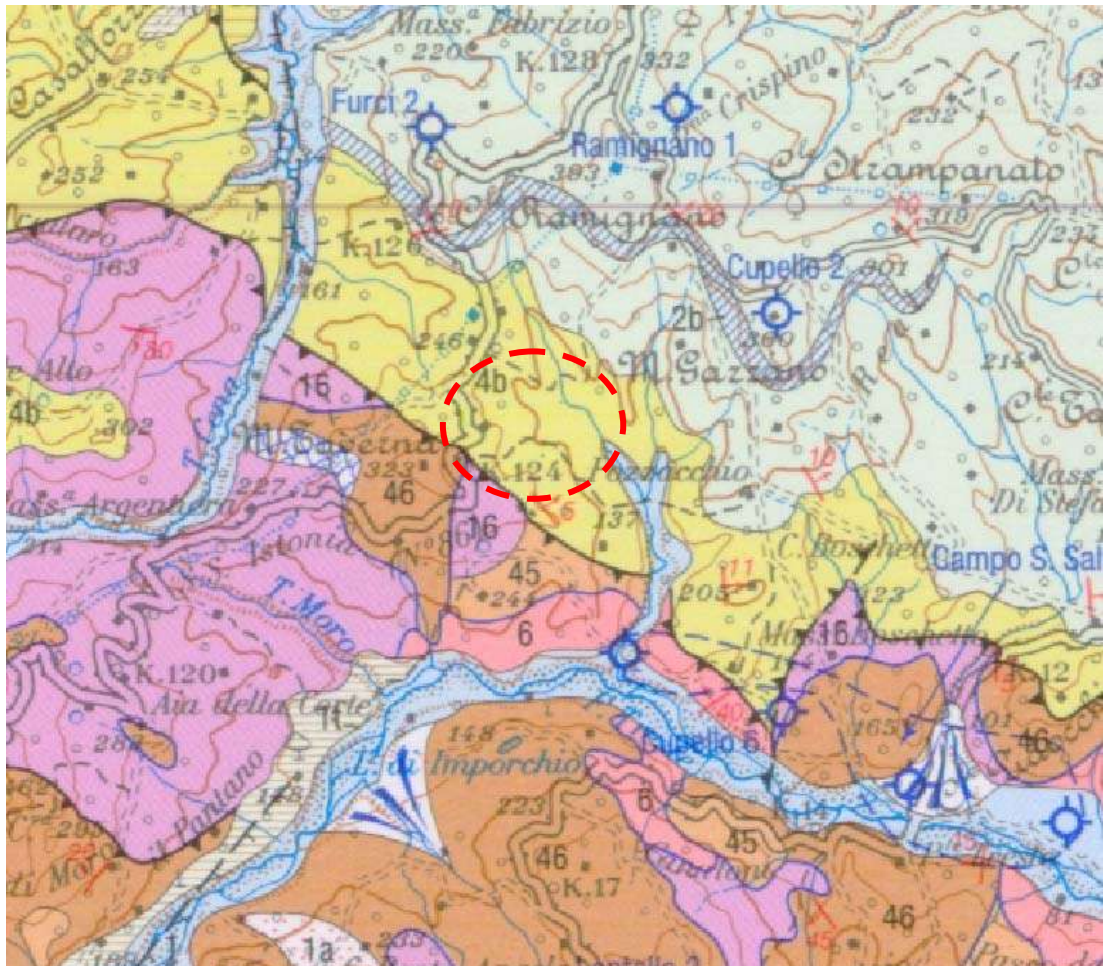
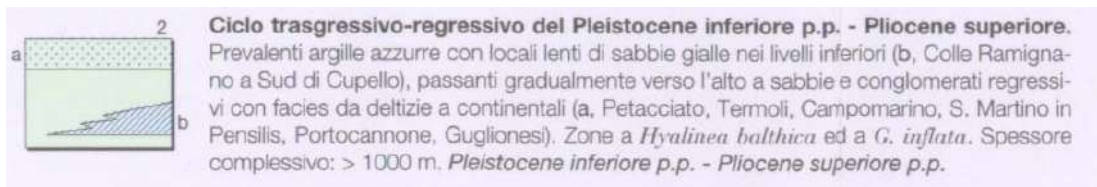
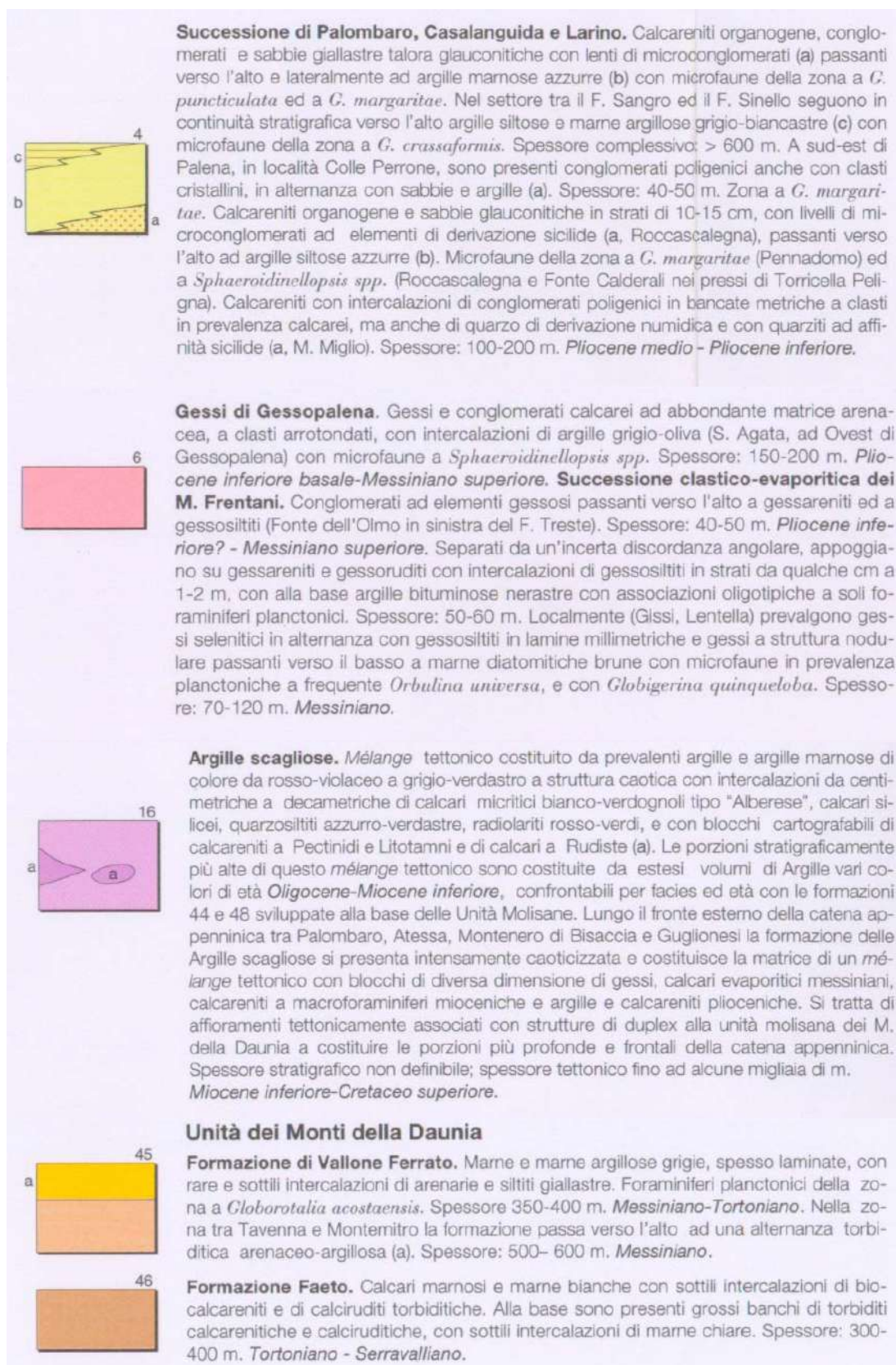


Fig. 3—Estratto della carta geologica del Molise scala 1:100000

LEGENDA





5.2. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI DEL SITO

La geomorfologia è tipica dei rilievi collinari argillosi e marnosi, con forme arrotondate e pendenze medie dei versanti, interrotti localmente da processi erosivi che si manifestano attraverso lo sviluppo di fossi di erosione più o meno evoluti che costituiscono il reticolo idrografico locale.

Le forme del terreno sono espressione della natura litologica del substrato; infatti, forme più aspre si modellano su terreni più resistenti (litotipi calcarei), mentre forme più dolci si instaurano dove affiorano litotipi argillosi.

I litotipi a prevalente composizione argillosa manifestano una maggiore vulnerabilità all'azione erosiva, soprattutto a quella di tipo lineare, con sviluppo di fossi di erosione a diverso grado di evoluzione (rill e gully) che costituiscono la rete di drenaggio superficiale.

Tali formazioni manifestano una elevata sensibilità in presenza di acqua: infatti, le molecole di acqua riescono ad interferire lungo i piani di stratificazione che caratterizzano la struttura dei minerali argillosi, con conseguente riduzione delle forze attrattive coesive tra i singoli strati che determina lo scivolamento tra gli stessi.

Particolare instabilità si localizza in corrispondenza di depositi eluvio-colluviali alterati: la presenza di coltri di alterazione di spessore variabile anche dell'ordine di 2 – 4 mt può dar luogo a locali fenomeni di plasticizzazione del suolo, che possono determinare movimenti superficiali di tipo soliflusso, distinti da una lenta velocità di deformazione legata funzionalmente dal contenuto di acqua nell'ammasso alterato. Pertanto, la regimazione delle acque piovane e di infiltrazione assume una funzione determinante nella stabilizza-

zione del versante stesso.

Dai sopralluoghi effettuali e dalla cartografia disponibile si evidenzia che le aree di installazione dei pannelli non rientrano nella perimetrazione PAI (*cfr. par. 7 fig. 4*).

6. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

Come già sopra accennato, in generale, l'intera zona è caratterizzata da una rete idrografica superficiale scarsamente sviluppata, trattasi di fossi scavati dai fenomeni di erosione superficiale delle acque meteoriche che incidono e scavano i terreni di natura argillosa. Le linee di impluvio con direzione di sviluppo all'incirca S-N talvolta alquanto incise, tanto da diventare sede della rete idrografica secondaria che drena verso il Fiume Treste.

Il regime idraulico del fiume Treste è di tipo torrentizio, poiché non si rinvencono sorgenti, i deflussi sono concentrati nel periodo autunno-inverno.

Le precipitazioni medie annue ricadenti all'interno di tutto il bacino risultano di notevole entità se confrontate alle medie ricadenti in tutta la regione Molise, mentre sono di modesta entità se considerate con quelle delle regioni confinanti.

Le caratteristiche idrogeologiche delle litologie presenti nell'area parco sono riferibili al Complesso argilloso non sono uniformi in quanto riconducibili alla diversa composizione granulometrica, porosità, grado di consistenza/addensamento e cementazione che le caratterizzano; ne consegue che il grado di permeabilità è variabile.

Nelle linee generali, però, le litologie presenti non favoriscono la circolazione idrica.

In merito al grado di permeabilità dei diversi litotipi presenti possono essere così suddivisi in base al grado e tipo di permeabilità:

- Terreni praticamente impermeabili. Sono i terreni argillosi e limo argillosi appartenenti alla Formazione delle Argille Subappennine. Queste presentano una lieve permeabilità nella parte alta della formazione per porosità, ove risultano più alterate e con presenza di sottili livelli sabbiosi.

7. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO NEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Nella valutazione globale delle opere da realizzare è opportuno nonché necessario verificare quale è il rapporto esistente fra l'area in studio ed il Piano di Bacino per l'assetto idrogeologico, realizzato dalla *ex AdB inter-regionale dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore* che è finalizzato alla individuazione delle aree di rischio ed al successivo miglioramento delle condizioni del regime idraulico e della stabilità geomorfologica, con lo scopo finale della riduzione dei livelli di pericolosità rilevati sul territorio, consentendo anche uno sviluppo sostenibile del territorio rispetto agli assetti naturali ed alla loro tendenza evolutiva.

Dall'analisi del PAI (Fig. 4) si evince che l'area oggetto dell'intervento non è sottoposta ad alcun vincolo idrogeologico quanto concerne la pericolosità geomorfologica.

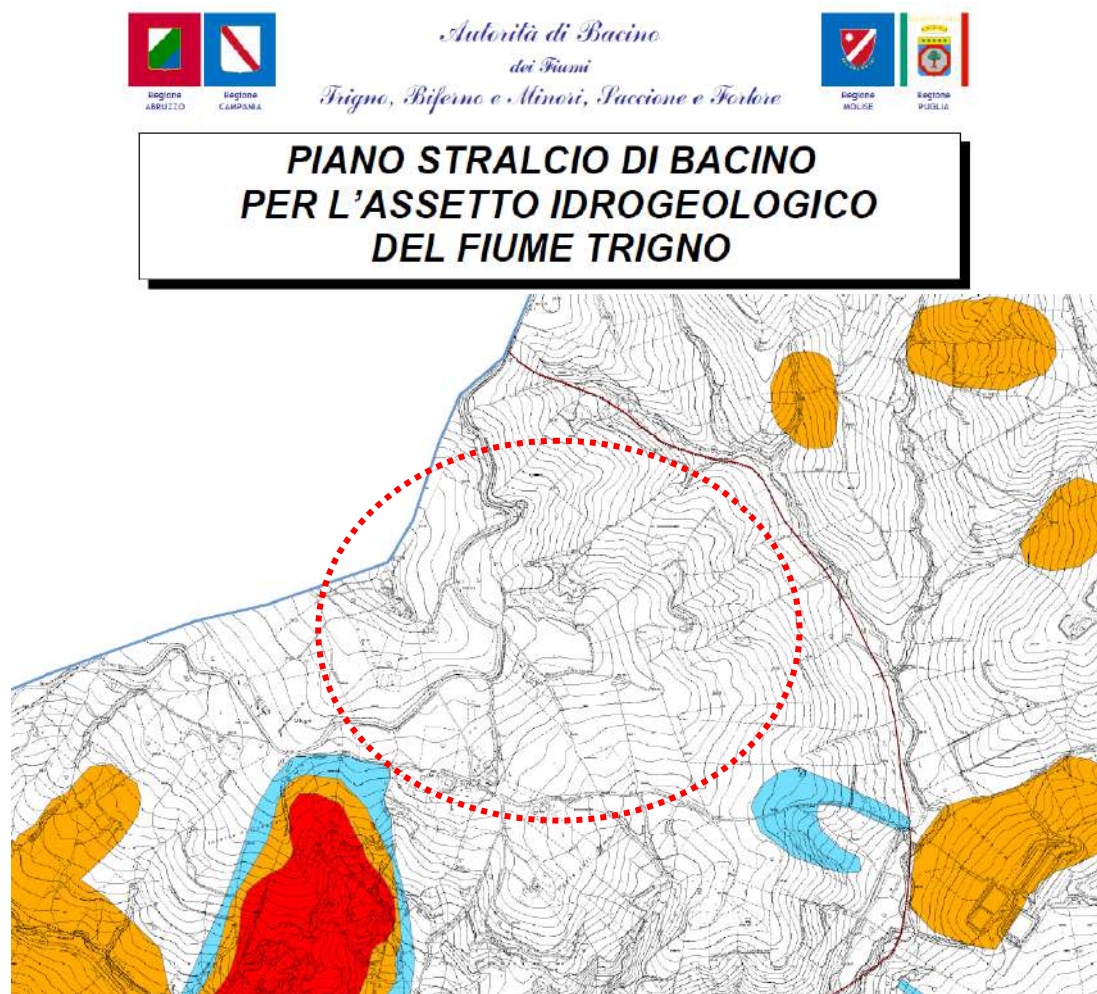


Figura 4 - Stralcio carta di Pericolosità Geomorfologica

CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA E DA VALANGA



8. INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE

La ricostruzione della stratigrafia locale, la determinazione dei parametri sismici e per la caratterizzazione geotecnica dei terreni costituenti il volume significativo è stata realizzata una campagna d'indagini costituita da:

- n° 8 Prove Penetrometriche dinamiche (DPSH);
- n° 4 analisi di laboratorio su campioni di terreno;
- n° 4 indagini sismiche, attive, tipo MASW, per la valutazione della V_{S30} .

Le analisi geotecniche sul campione sono state effettuate dal laboratorio certificato "PLP." con sede in via Cutinelli n° 121 del Comune di Baronissi (sa).

8.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica misurando il numero di colpi N necessari all'avanzamento per tratti da 20 cm.. Per l'esatta ubicazione della prova si rimanda allo stralcio cartografico riportato in **allegato II**.

L'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.

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici, quello utilizzato nelle prove eseguite è il tipo SUPERPESANTE (DPSH) *tipo emilia* avente le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PENETROMETRO
DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso del maglio	63.5 kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Lunghezza aste	100 cm
Peso delle aste	6.31 kg
Angolo punta conica	90°
Diametro	50.5 mm
Numero colpi per punta	N(20)
Area base cono	20 cm ²



FOTO 1 - ESECUZIONE PROVA DPSH 1



FOTO 2 - ESECUZIONE PROVA DPSH 2



FOTO 3 - ESECUZIONE PROVA DPSH 3



FOTO 4 - ESECUZIONE PROVA DPSH 4



FOTO 5 - ESECUZIONE PROVA DPSH 5



FOTO 6 - ESECUZIONE PROVA DPSH 6



FOTO 7 - ESECUZIONE PROVA DPSH 7



FOTO 8 - ESECUZIONE PROVA DPSH 8

8.2. METODOLOGIA DI ELABORAZIONE DEI DATI PENETROMETRICI

L'elaborazione è stata effettuata mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Dai dati ottenuti dalle prove penetrometriche sono stati estrapolati

utili informazioni geotecniche e geologiche, ovvero:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenze alla punta.

Le prove hanno evidenziato che nel sito sono presenti i seguenti livelli stratigrafici:

- * limo argilloso sabbioso moderatamente consistente con uno spessore variabile da 1,80 metri a 5,00 metri. Al di sotto di tale livello si rinviene:
- * argilla sabbiosa grigia molto consistente.

La stima dei parametri geomeccanici dei terreni, riportati **nell'allegato II**, sono stati determinati elaborando la prova mediante il programma di calcolo "DYNAMIC PROBING 2022" della GeoStrù Software con regolare licenza d'uso.

9 COMPATIBILITÀ GEOLOGICA CON LE NORME DEL PSAI

AMBITO GEOMORFOLOGICO SIGNIFICATIVO

Per la verifica della compatibilità geologica di quanto in progetto con lo schema della pericolosità da frana riportata negli elaborati cartografici del PSAI, devono essere identificati i processi evolutivi dell'ambito morfologico significativo.

I meccanismi evolutivi dell'area possono essere essenzialmente ricondotti a ruscellamento delle acque superficiali, data la bassa pendenza del sito.

MODELLO GEOLOGICO DELL'AMBITO

Nel sito la formazione geologica di base è formata da *argille marnose grigio azzurre*. La copertura dell'unità geologica di base è formata da *sabbie limose, in subordine liti argillosi poco consistenti, lo spessore della copertura è stimabile nell'ordine dei 5,0 metri*.

PROCESSI GEOMORFOLOGICI EVOLUTIVI DELL'AMBITO GEOMORFOLOGICO

Ruscellamento delle acque superficiali.

INTERVENTI DA REALIZZARE

Gli impianti fotovoltaici con fondazioni in paletti d'acciaio infissi direttamente nel terreno a profondità tale da trasmettere le proprie tensioni ai litotipi con caratteristiche geomeccaniche migliori.

COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Visto quanto riportato nella presente relazione gli interventi in progetto:

- non modificano i livelli di pericolosità e del rischio come già classificati dal PSAI;
- non comportano carico urbanistico e quindi non incidono su determinazione del “danno”;
- garantiscono la sicurezza del territorio in coerenza a quanto disposto dall’art. 31 lettera c) della L. 183/89.

DI CONSEGUENZA

Sulla base delle considerazioni su esposte, si ritiene che gli interventi in progetto sono compatibili con i vincoli dettati dalle “norme di attuazione della “AdB interregionale dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore”, perché non interferiscono negativamente con l’evoluzione dei processi e degli equilibri naturali.

Battipaglia Febbraio 2023

IL GEOLOGO

Dr. Antonio Senese



ALLEGATO I

Stralcio I.G.M.

Scala 1:25000

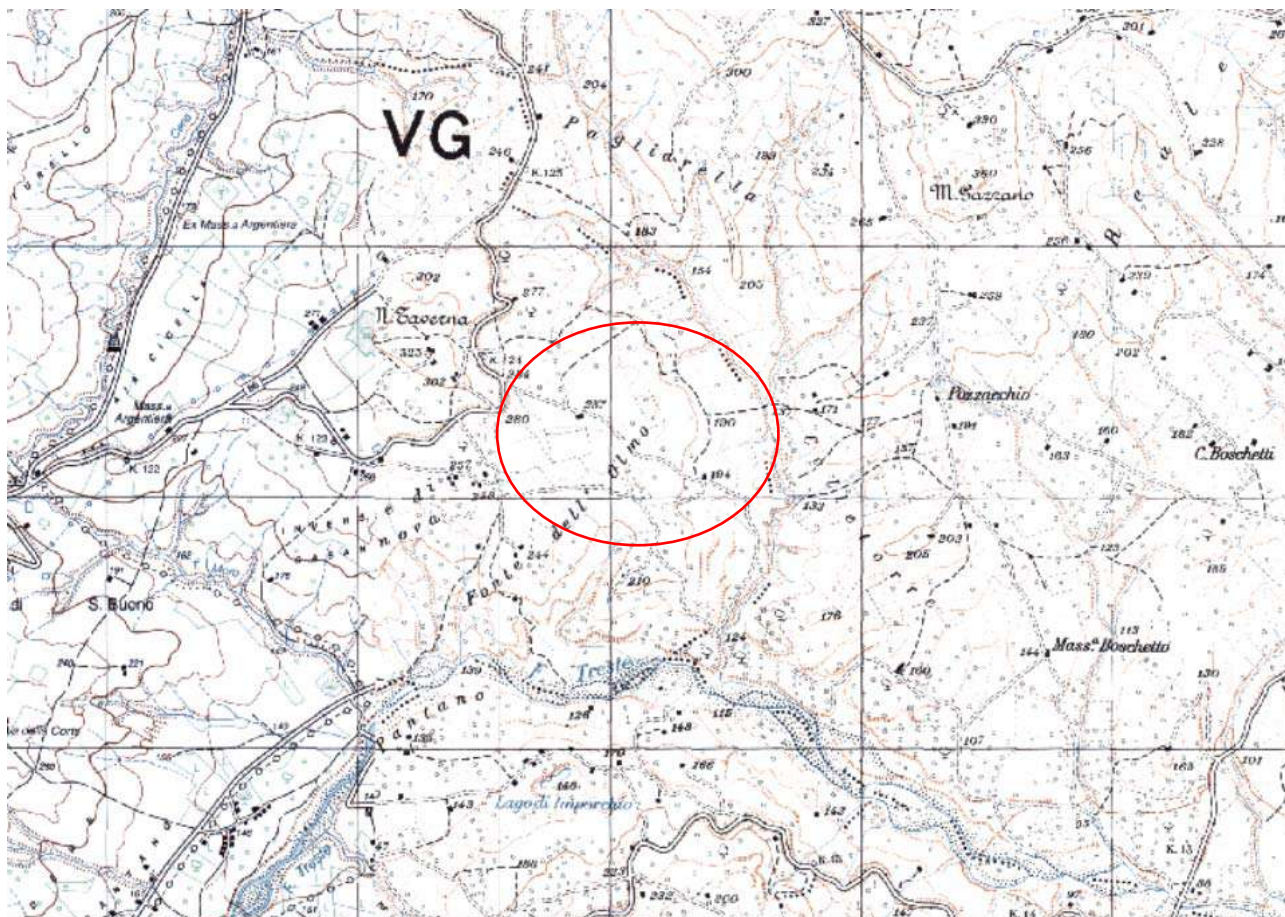
Aereofotogrammetria Scala 1:5000

Stralcio catastale



Stralcio Carta IGM

Scala 1:25000



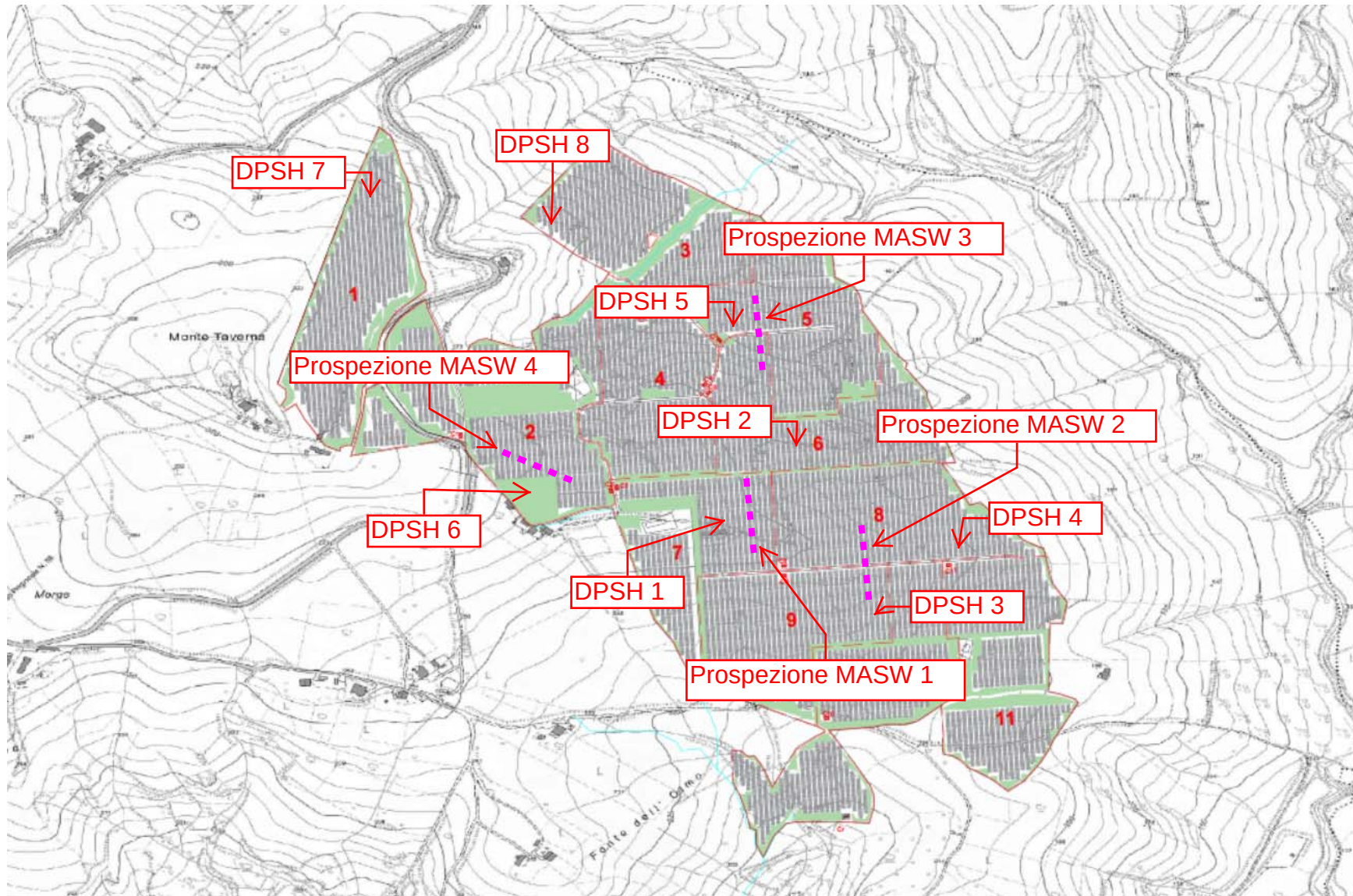
 Area in esame

ALLEGATO II

Planimetria con l'ubicazione delle indagini

Parametri geotecnici da prova DPSH

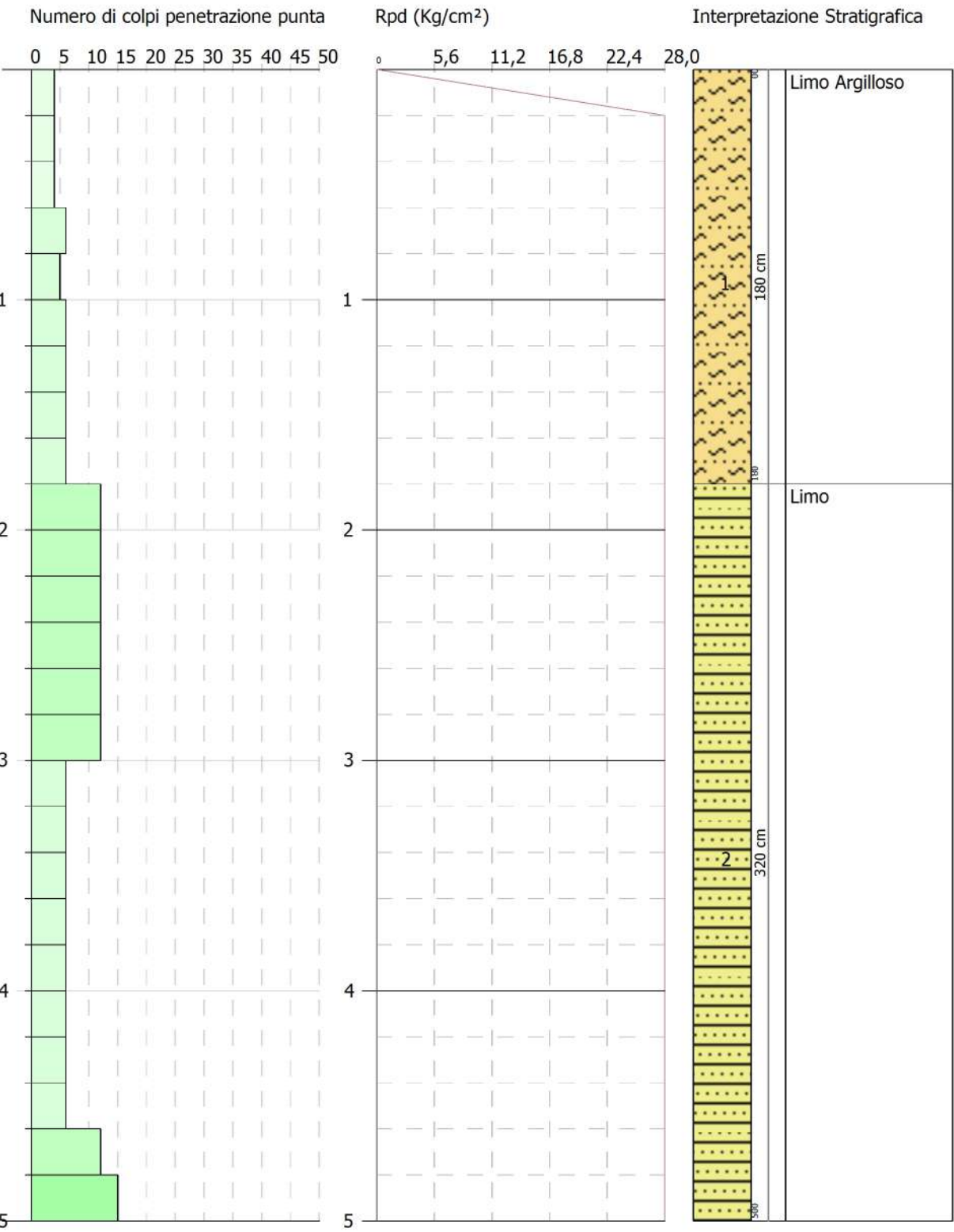
UBICAZIONE INDAGINI GEOLOGICHE E GEOFISICHE



Committente:
Descrizione:
Localita':

30/08/2022

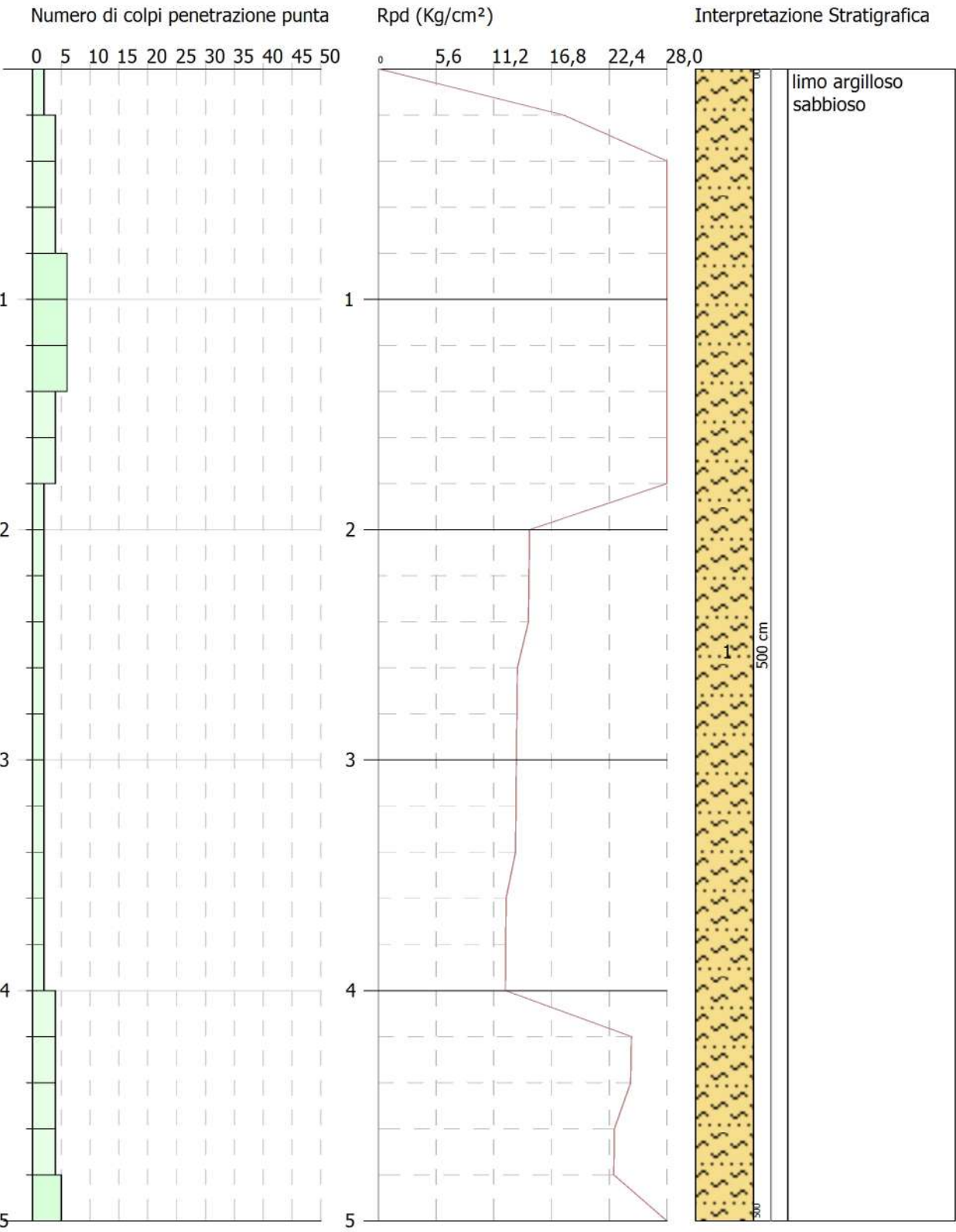
Scala 1:25



Committente:
Descrizione:
Localita':

30/08/2021

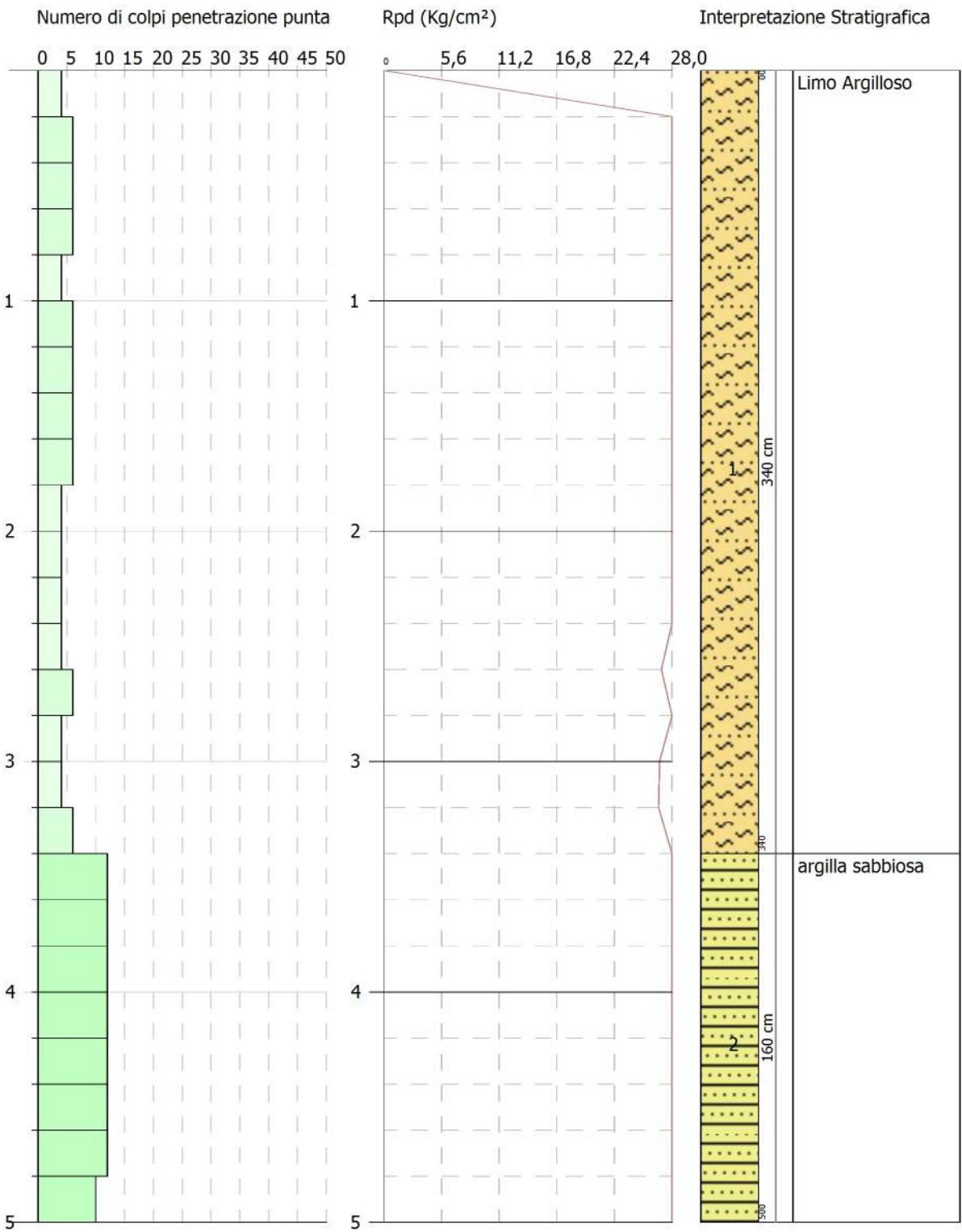
Scala 1:25



Committente:
Descrizione:
Localita':

30/08/2022

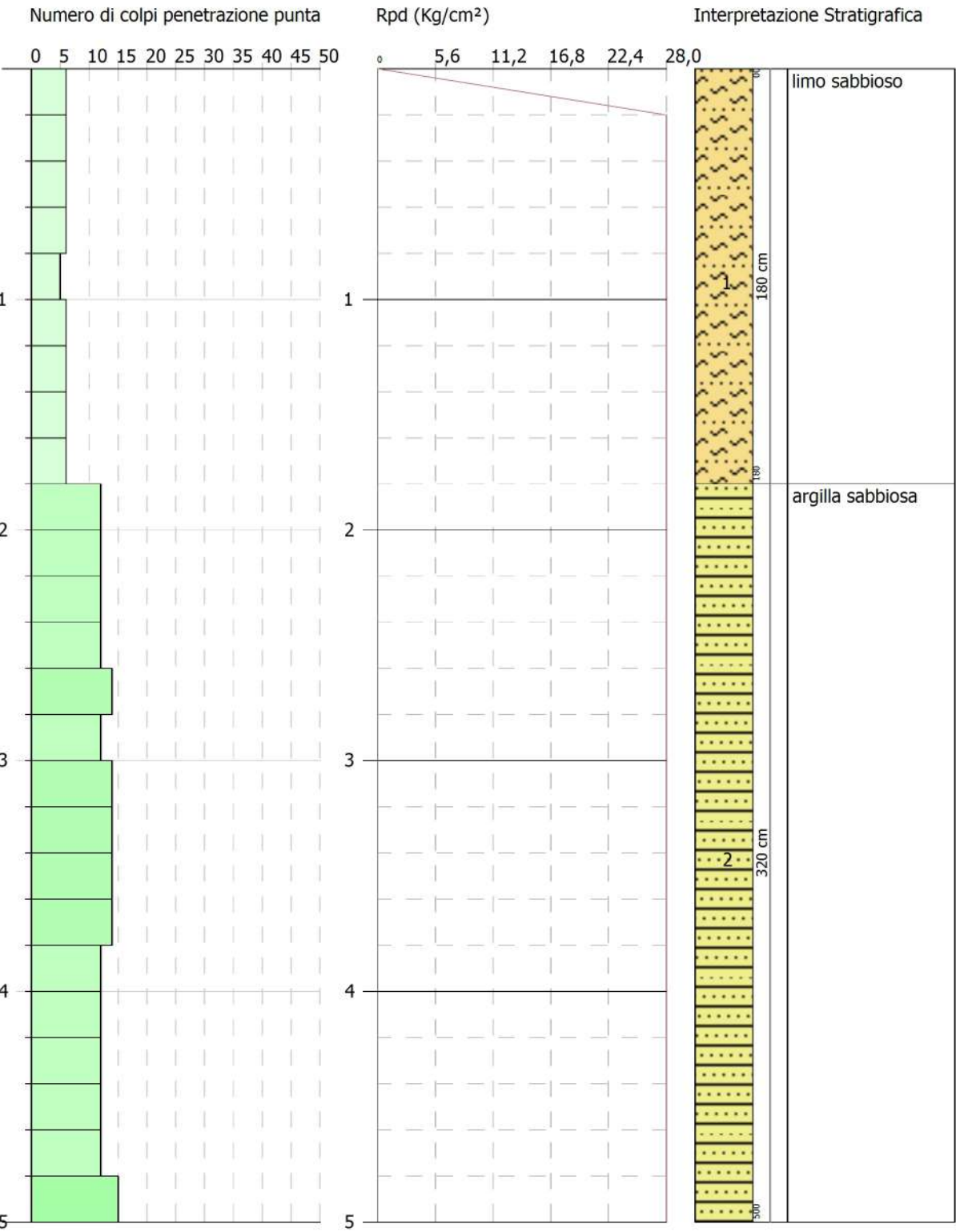
Scala 1:25



Committente:
Descrizione:
Localita':

30/085/2022

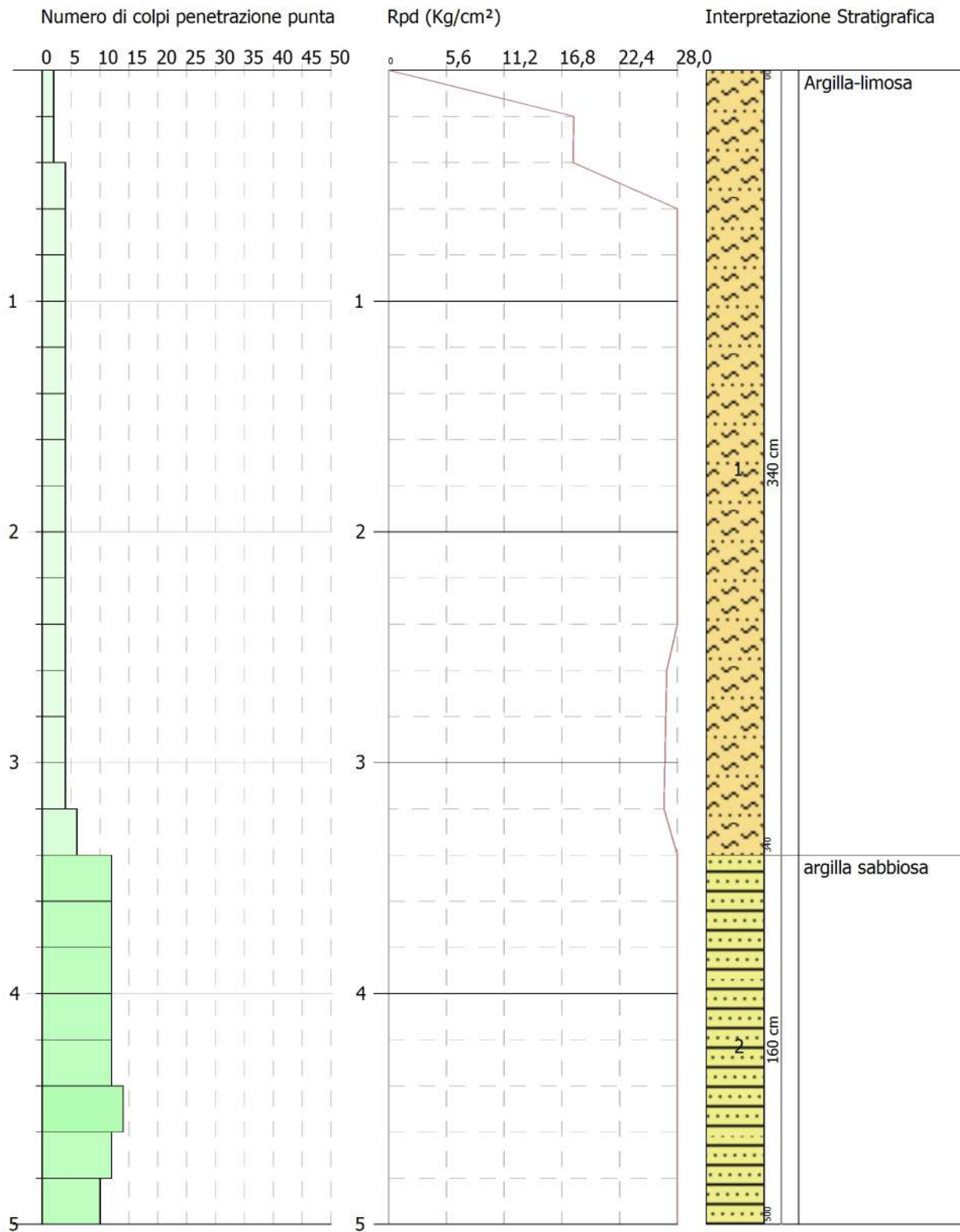
Scala 1:25



Committente:
Descrizione:
Localita':

30/08/2022

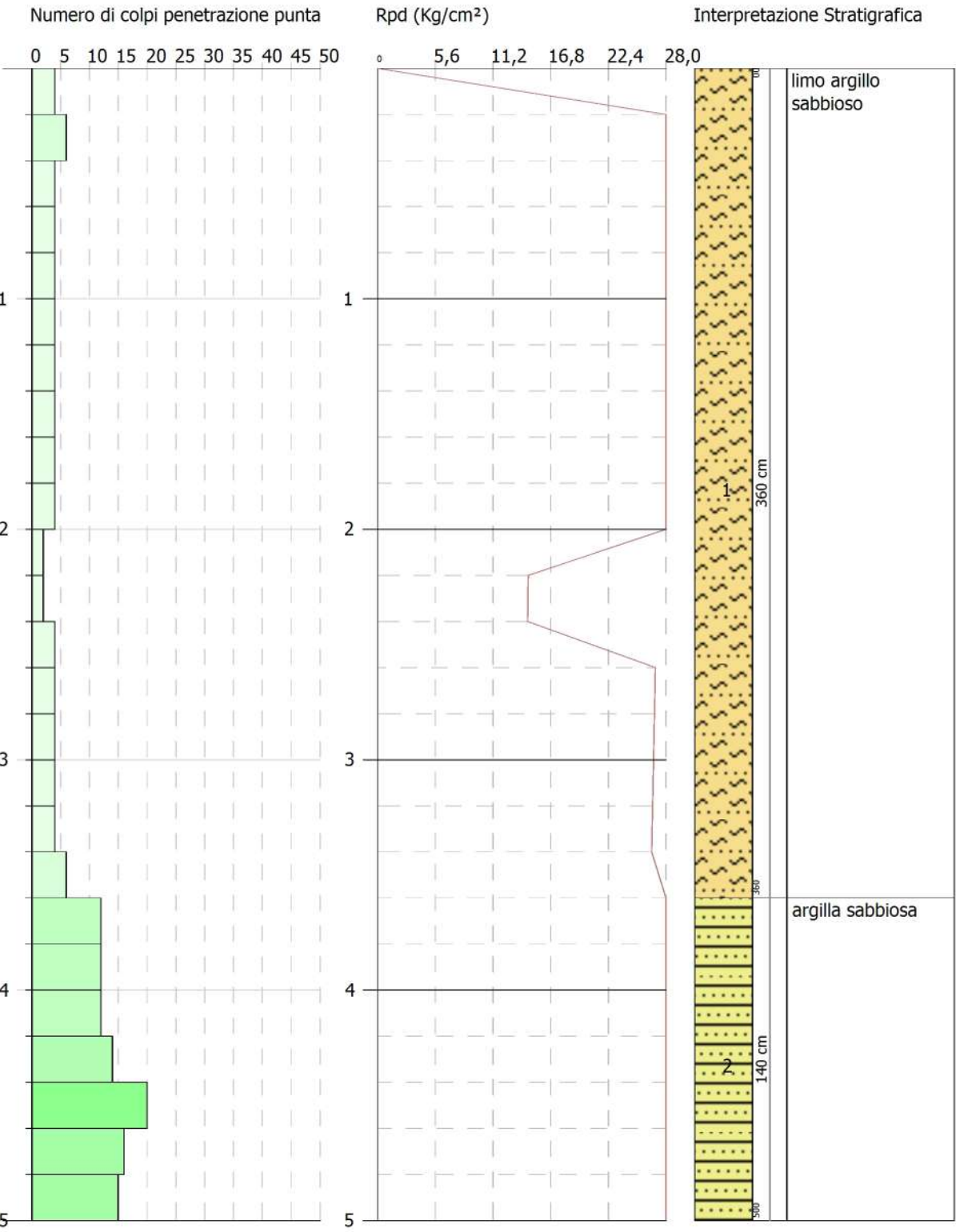
Scala 1:25



Committente:
Descrizione:
Localita':

30/08/2022

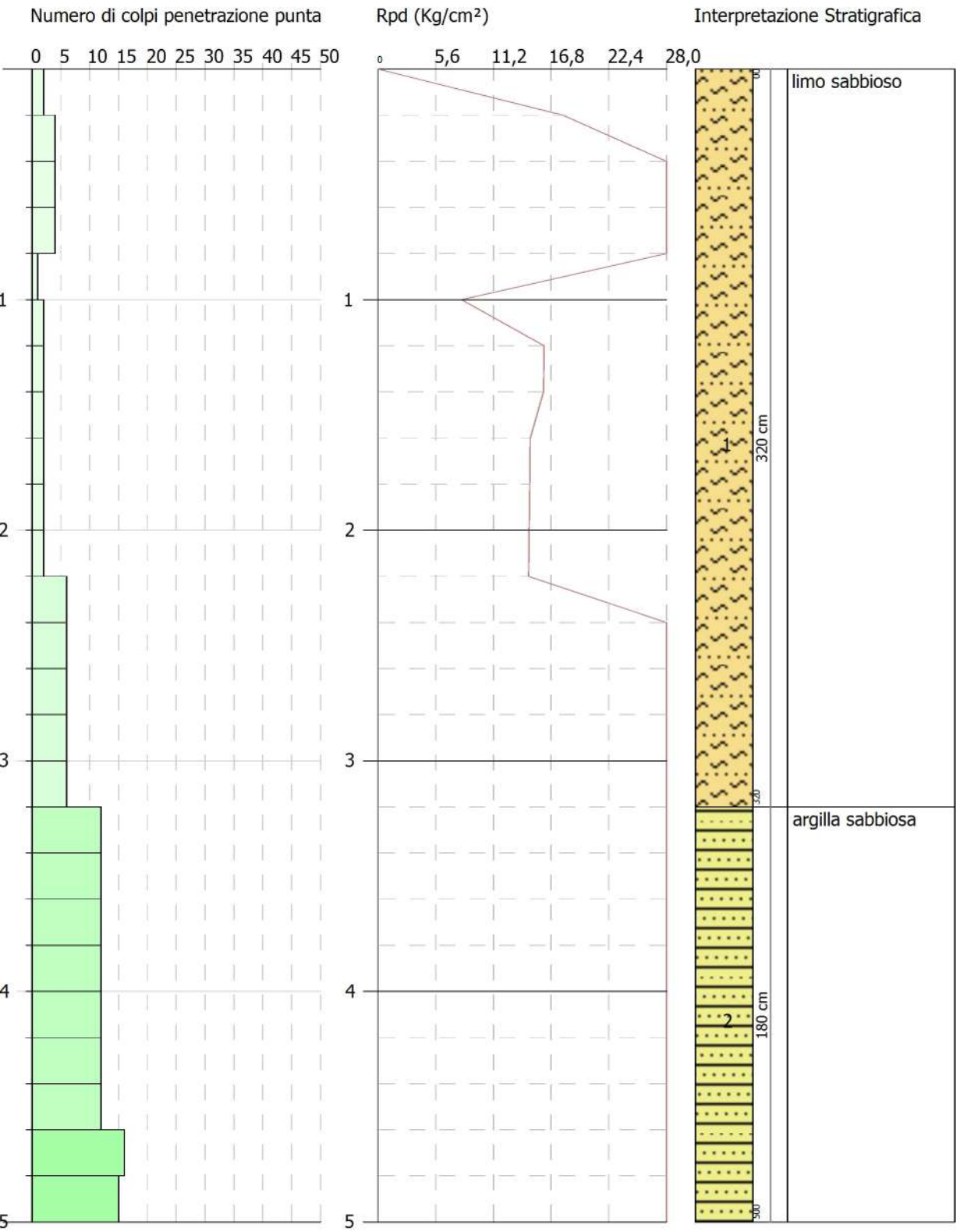
Scala 1:25



Committente:
Descrizione:
Localita':

30/08/2022

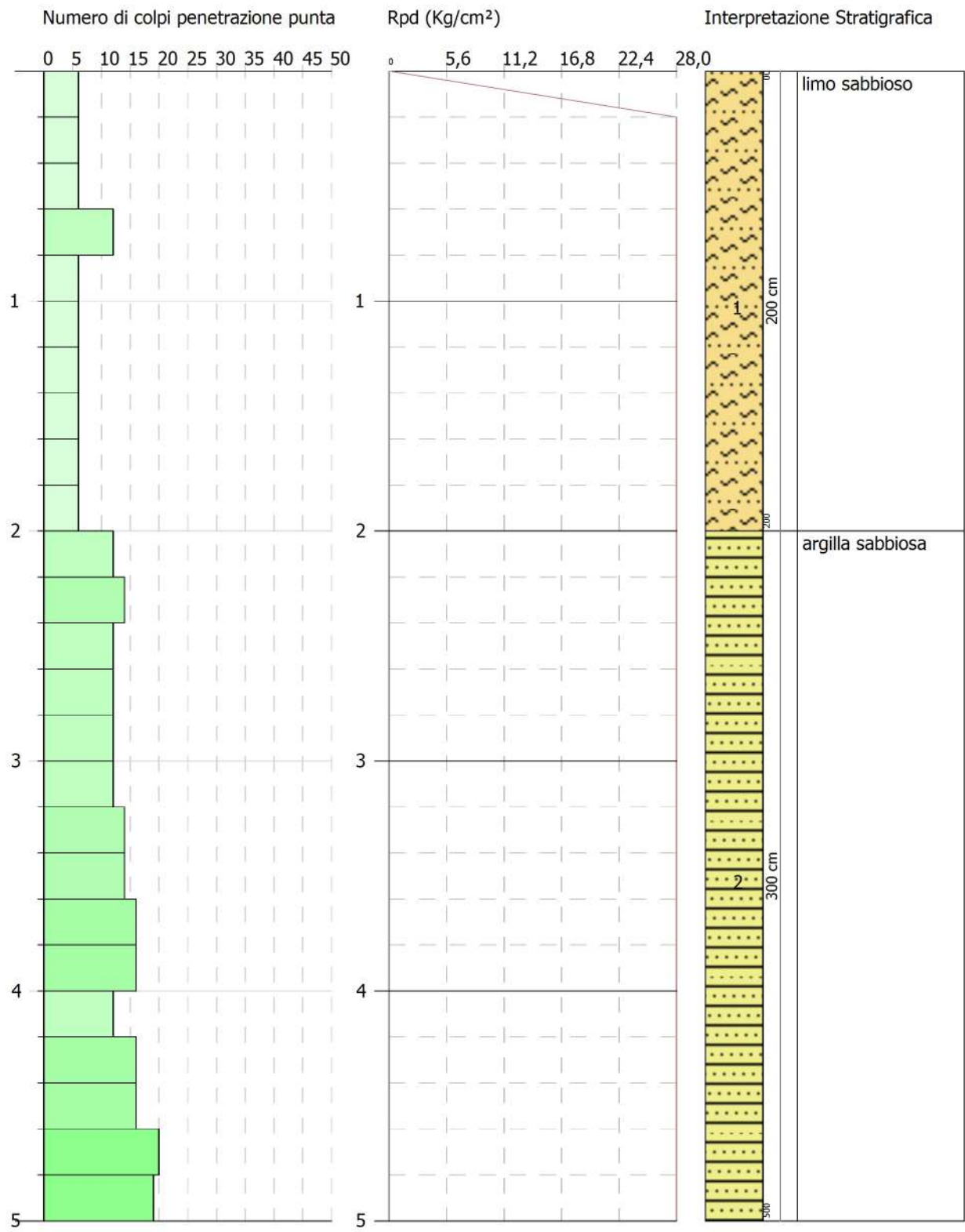
Scala 1:25



Committente:
Descrizione:
Localita':

30/08/2022

Scala 1:25



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	U.S.D.M.S.M.	0,23
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	U.S.D.M.S.M.	0,69

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	Buisman-Sanglerat	28,50
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	Buisman-Sanglerat	132,30

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	Schultze-Menzenbach	45,15
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	Schultze-Menzenbach	182,46

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m ³)
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	Meyerhof	1,80
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	Meyerhof	2,09

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m³)
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	Meyerhof	1,88
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	Meyerhof	2,30

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	Ohta & Goto (1978)	102,42
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	Ohta & Goto (1978)	148,27

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	5,70	Meyerhof (1956)	21,63
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	17,64	Meyerhof (1956)	25,04

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	5,70	(A.G.I.)	0,34
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	17,64	(A.G.I.)	0,32

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Argilla-limosa	5,70	0.00-3,40	5,70	Navfac 1971-1982	1,15
Strato (2) argilla sabbiosa	17,64	3,40-5,00	17,64	Navfac 1971-1982	3,63

ALLEGATO III

Prospezione Sismica M.A.S.W.

INDICE

1 - PROSPEZIONI SISMICHE BASATE SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH	2
2 - PROSPEZIONI SISMICHE MASW.....	4
3 – STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	10
4 ACQUISIZIONE DATI	11
5. ELABORAZIONE DATI	12
6 - LABORAZIONE MASW 1	13
7 - LABORAZIONE MASW 2	15
8 - LABORAZIONE MASW 3	17
9 - LABORAZIONE MASW 4	19
10 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI.....	21

1 - PROSPEZIONI SISMICHE BASATE SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Le onde di Rayleigh sono polarizzate in un piano verticale (Fig. 1) e si generano in corrispondenza della superficie libera del mezzo quando viene sollecitato acusticamente. In questo tipo di onde le particelle descrivono un movimento di tipo ellittico la cui ampiezza decresce esponenzialmente con la distanza dalla superficie libera. L'asse maggiore delle ellissi è normale alla superficie libera del mezzo ed alla direzione di propagazione delle onde e le particelle compiono questo movimento ellittico in senso retrogrado rispetto alla direzione di propagazione delle onde che vengono generate.

Le onde superficiali di Rayleigh, quando si propagano in un mezzo omogeneo, non presentano dispersione e la loro velocità è uguale a $0.92V_s$. In un mezzo disomogeneo, quale la Terra, la loro velocità varia in funzione della lunghezza d'onda tra i limiti 0 e $0.92V_s$. La teoria della propagazione delle onde superficiali è ben conosciuta ed è descritta dettagliatamente da Ewing et al. (1957).

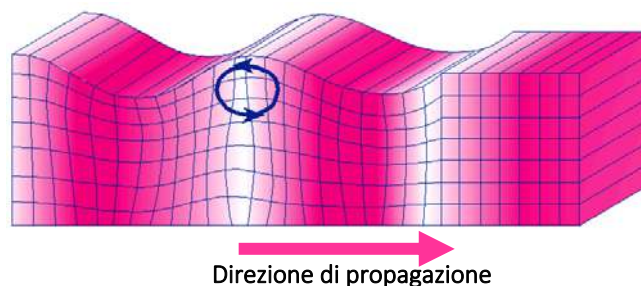


Fig. 1 - Rappresentazione grafica della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh caratterizzata dall'oscillazione polarizzata in un piano verticale e con movimento delle particelle retrogrado rispetto alla direzione di propagazione dell'onda.

La determinazione della velocità delle onde di taglio V_s tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%). Inoltre l'ampiezza delle onde superficiali dipende da $\sqrt{r}$ e non da r come per le onde di volume.

I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_s , parametro di fondamentale importanza per la

caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dalle recenti normative antisismiche (O.P.C.M. 3274/03; O.P.C.M. 3431/05; D.M. 17 gennaio 2018). Infatti, mentre la velocità delle onde P misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde S è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde P , risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati (Fig. 2).

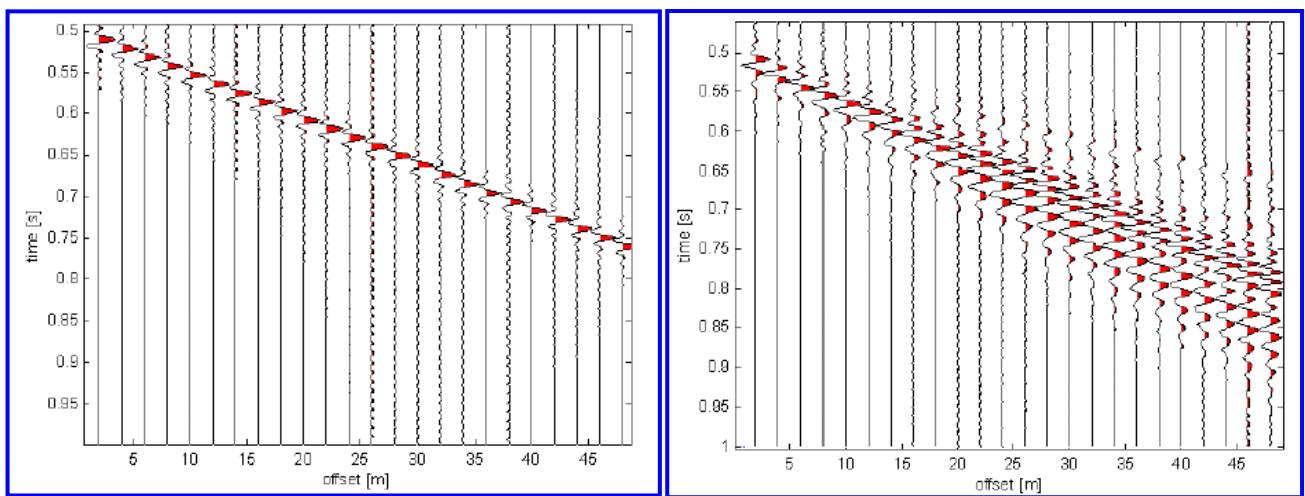


Fig. 2 – Segnali sismici che evidenziano (in rosso) le onde superficiali di Rayleigh in un mezzo non stratificato (a sinistra) e in un mezzo stratificato (a destra). Risulta evidente il fenomeno della dispersione delle onde superficiali di Rayleigh in un mezzo stratificato.

Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione (Fig. 3).

La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) è pari a circa il 90% delle onde di taglio (V_s). Le tecniche di analisi delle onde di Rayleigh vengono realizzate con procedure operative meno onerose della comune sismica a rifrazione e delle prove in foro e hanno un grado di incertezza nella determinazione delle $V_s < 15\%$.

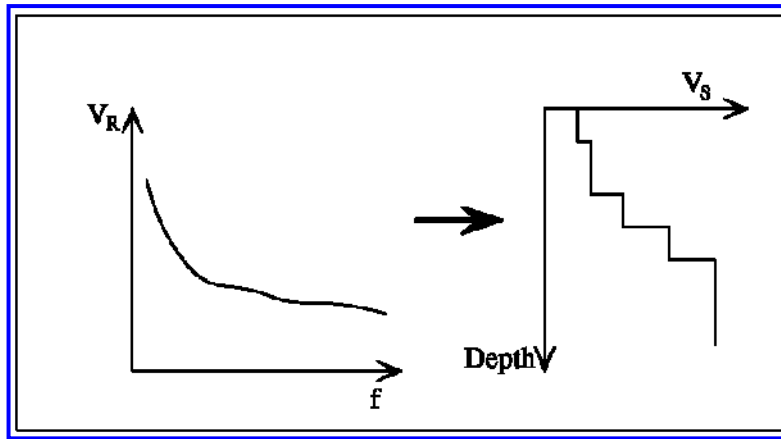


Fig. 3 – Velocità delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza (a sinistra) e profilo di velocità delle onde di taglio in funzione della profondità (a destra) ricavato tramite processo d'inversione.

La modellazione del sottosuolo mediante l'impiego di comuni geofoni verticali a 4.5Hz e l'analisi delle onde superficiali di Rayleigh viene ottenuta con le seguenti metodologie: ReMi (Refraction Microtremor), FTAN (Frequency Time ANalysis), SASW (Spectral Analysis of Surface Waves), MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

La tecnica MASW, fondata sulla tecnica SASW, consente una dettagliatissima ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo.

2 - PROSPEZIONI SISMICHE MASW

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio V_s . Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 4 passi fondamentali:

1. Ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici (Fig. 4), generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni (Fig. 5) che viene spostato lungo la linea dello stendimento stesso dopo ogni acquisizione;

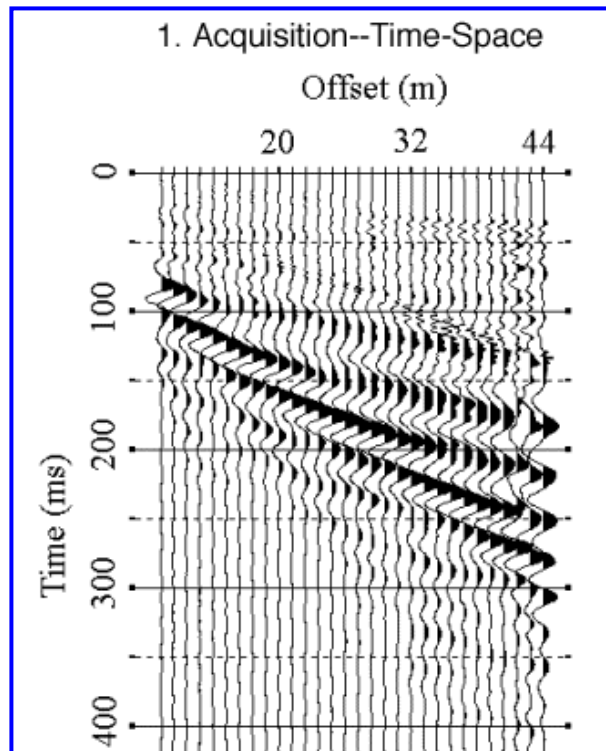


Fig. 4 – Segnali sismici acquisiti dai geofoni lungo uno stendimento.

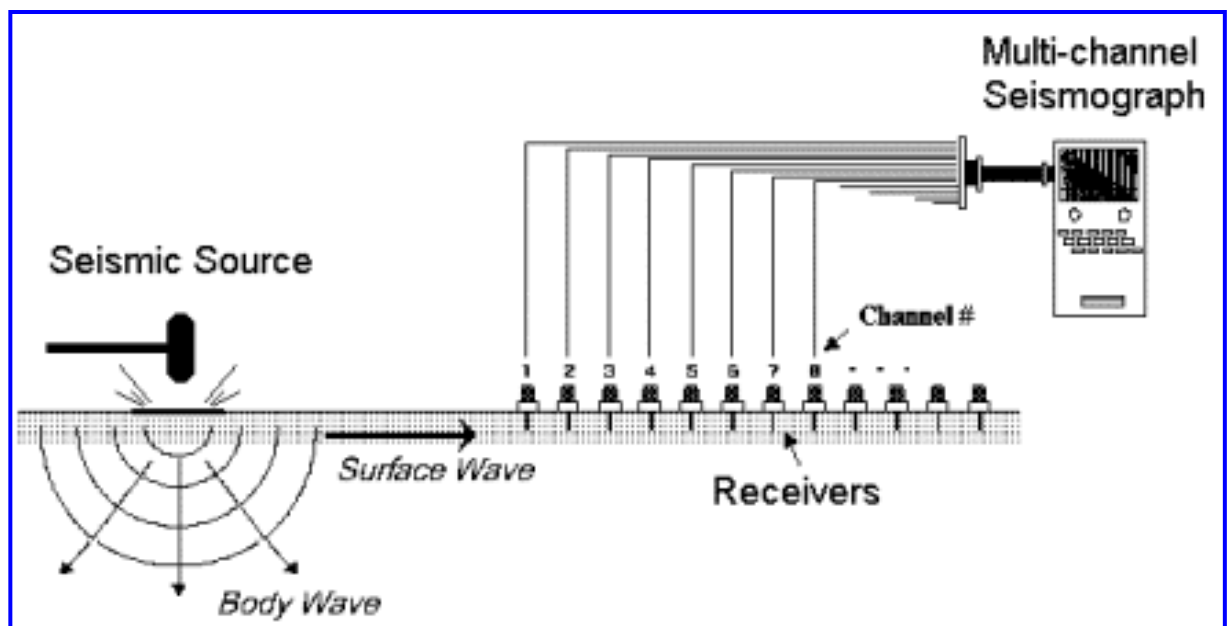


Fig. 5 – Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.

2. Estrazione del modo fondamentale di oscillazione dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione) (Fig. 6);

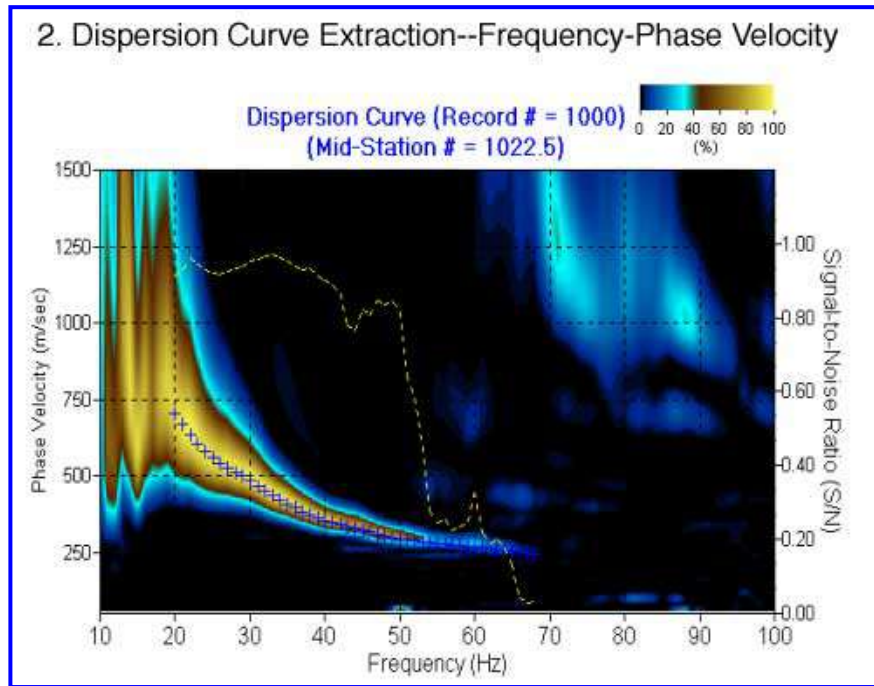


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase in funzione della frequenza delle onde superficiali di Rayleigh.

3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle V_s (Fig. 7)
(un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico);

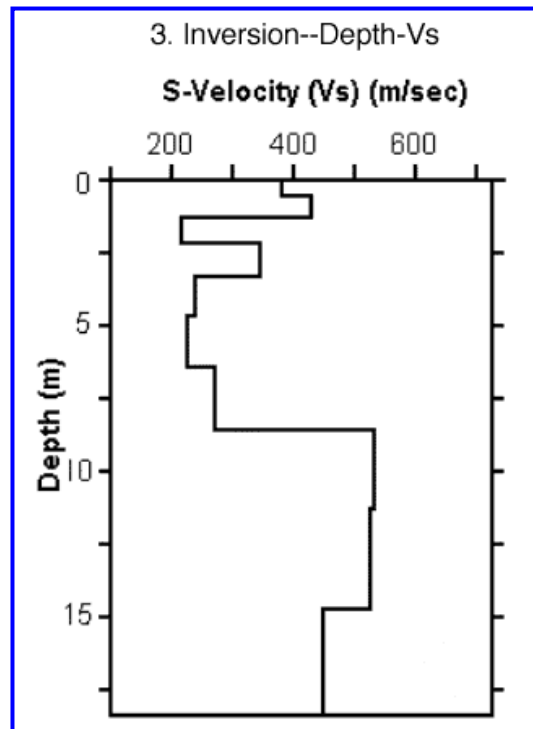


Fig. 7 – Modello di velocità delle onde di taglio (V_s) ottenuto dalla curva di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh attraverso l'inversione di un modello multistrato di terreno. La velocità delle onde di

taglio è approssimativamente pari a $1.1V_R$ (V_R =velocità delle onde di Rayleigh) e la profondità è pari a circa 0.4λ (λ =lunghezza d'onda).

4. Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle V_s dei terreni con approccio multicanale (con almeno due acquisizioni dei segnali, ovvero uno spostamento lungo la linea dello stendimento) (Fig. 8).

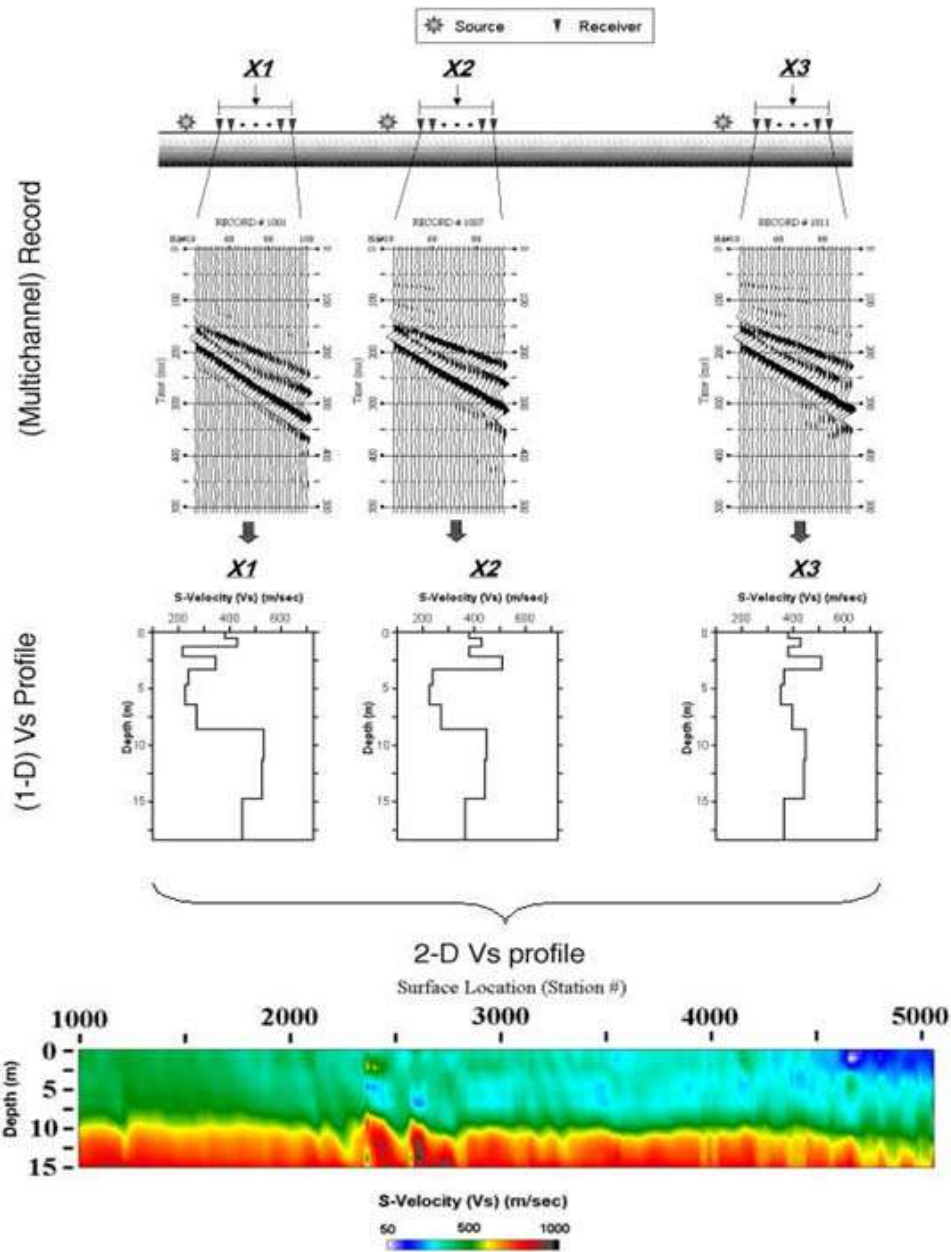


Fig. 8 – Modello 2D di velocità delle onde di taglio (V_s) ottenuto dalle inversioni delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh.

Quando vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume (P ed S), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni. Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.) e diventano rumore (Fig. 9).

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana (Fig. 9).

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni. L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali.

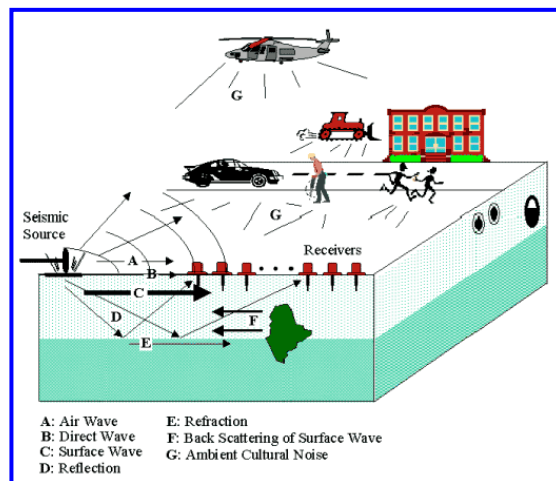


Fig. 9 – Schematizzazione dei vari tipi di onde (di volume e superficiali) e di alcune possibili sorgenti di rumore ambientale.

Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti (Fig. 10) in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni (Fig. 11).

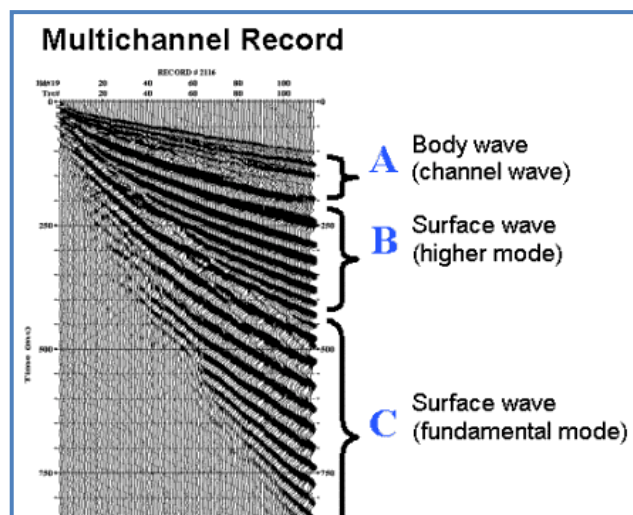


Fig. 10 – Segnali sismici con acquisizione multicanale e riconoscimento delle varie fasi sismiche (onde di volume, modo fondamentale e modi superiori delle onde superficiali).

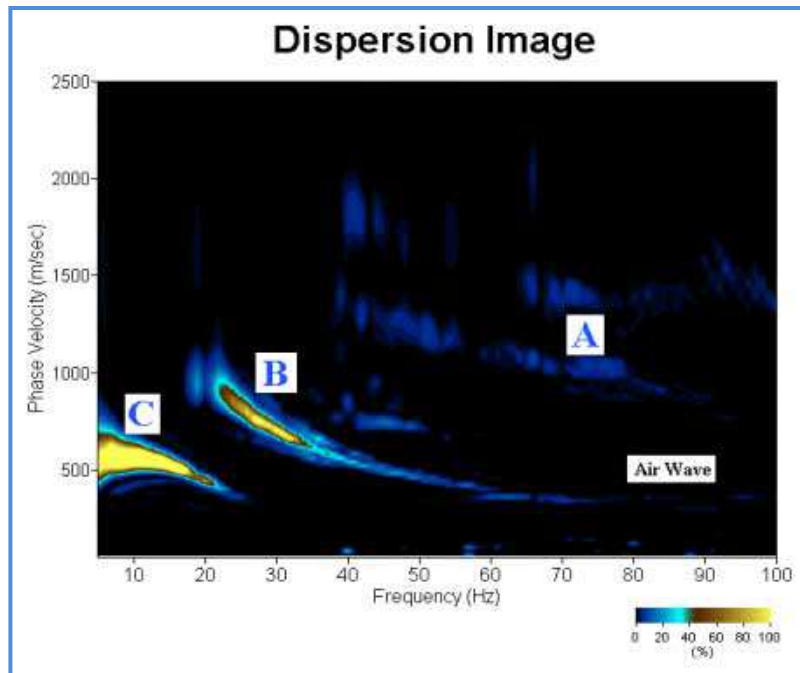


Fig. 11 – Curva di dispersione della velocità di fase in funzione della frequenza delle onde superficiali di Rayleigh relativa ai segnali sismici in Fig. 11. Il picco energetico in corrispondenza di C rappresenta, nel modello della dispersione, il modo fondamentale da estrarre. Il picco energetico in B rappresenta il primo modo mentre quello in A, poco evidente, rappresenterebbe il secondo modo.

Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico. Tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, noise ambientale) vengono quindi rimosse durante il processo di elaborazione.

3 – STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

- Sistema di acquisizione dati: costituito da un sismografo digitale GEA 24 mat. 18297 (prodotto dalla PASI) con risoluzione 24 bit a 24 canali, con le caratteristiche tecniche, riportate nella seguente tabella



Sistema di acquisizione GEA 24 PASI

SPECIFICHE TECNICHE GEA 24	
Numero di canali	24 can. + trigger (can. AUX) - 2 unità serializzabili per un tot. di 48 can.
Conversione Dati	Convertitore Analogico/Digitale Sigma-Delta 24 bit reali (compatibile con geofoni analogici a qualsiasi frequenza di risonanza)
Intervallo Campionamento	Acquisizioni "a pacchetto": - fino a 125 microsec (8000sps) con 24 can. - fino a 31.25 microsec (32000sps) con 6 can. Acquisizione continua: - fino a 4000 microsec (250sps) con 24 can. - fino a 500 microsec (2000sps) con 3 can.
Lunghezza Acquisizione	27500 campioni @ 24 can. (+aux) 174500 campioni @ 3 can. (+aux) Numero di campioni illimitato per acquisizioni continue
Guadagno Preamp.	0/52 dB, selezionabile via software
Stacking	Numero di stacking illimitato
Impedenza di ingresso	2M Ω m // 22nF
Range Dinamico	144dB (sistema); >117dB (istantaneo, misurato @1ksps)
Distorsione	0.007% @16kHz
Largh.Banda -3dB	6.8kHz@32ksps - 0.21 kHz@1ksps
Largh.Banda +/- 0.1dB	3.5 kHz@32ksps - 0.11 kHz@1ksps
Filtri	Passa Basso: 125-200-500-1000Hz Passa Alto: 10-20-30-40-50-70-100-150-200-300-400Hz
Filtri "Notch"	50-60Hz + armoniche
Trigger	Contatto normalmente chiuso, normalmente aperto (es. per uso con esplosivo), segnale analogico (geofono starter, starter piezoelettrico), trigger TTL. Sensibilità del trigger regolabile via software
Visualizzazione Tracce	Wiggle-trace (formato oscilloscopio) / area variabile
Noise-monitor	Tutti i canali + trigger; display in tempo reale
Canale AUX (ausiliario)	1x (per il trigger o qualsiasi altro segnale in ingresso)
Interfaccia comunicazione	1x USB 2.0 per PC esterno (di fornitura Cliente)
Formato Dati	SEG2 (altri formati su richiesta)
Alimentazione	5VDC da USB, 0.25A
Temp.operativa/stoccaggio	-30°C to +80°C
Umidità	80% umidità relativa, non condensante
Dimensioni	24cm x19.5cm x11cm
Peso	2 Kg

- Sistema di ricezione: costituito da geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa, con frequenza propria 4.5 Hz. I trasduttori di velocità sono in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali e trasversali prodotte da una specifica sorgente.



Geofoni verticali con frequenza 4.5 Hz

- Sistema di energizzazione costituita da una mazza del peso di 10 Kg battente verticalmente su una piastra metallica posta direttamente sul piano campagna.
- Sistema trigger: consiste in circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati. In questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizi della registrazione.



Geofono trigger

- Sistema trasferimento segnale: il trasferimento del segnale dal sistema di ricezione (geofono) al sistema di acquisizione dati (sismografo) è effettuato tramite cavo sismico, costituiti da cavo elettrico bipolari in pur schermati collegato al geofono.

4 ACQUISIZIONE DATI

L'acquisizione è stata condotta mediante uno stendimento lineare di geofoni superficiali. Dopo aver posizionato i geofoni sul terreno e dopo il collegamento di questi ultimi ai cavi elettrici, tramite appositi morsetti bipolari, per ogni acquisizione sono state realizzati alcune energizzazioni di prova allo scopo di tarare i parametri di amplificazioni dei singoli canali di registrazione.

Effettuata la taratura della strumentazione si è proceduto alla prospezione sismica M.A.S.W. in modo tale che, dopo ogni energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'impatto prestabilito, si è acquisito e registrato il segnale sul sismografo per la successiva elaborazione. L'istante di tempo zero, ovvero il segnale d'inizio registrazione, è stato inviato allo strumento da uno shock-sensor (trigger) posto direttamente sul terreno.

La sorgente per l'energizzazione è stata posta ad una distanza ottimale dagli ultimi geofoni (Optimum Field Parameters of an MASW Survey", Park et al., 2005; Dal Moro, 2008).

Nello specifico è stata realizzata n.1 linea sismica M.A.S.W. le cui caratteristiche geometriche e di configurazione sono riportate nella Tab. 1.

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza dello stendimento (m)</i>	<i>Offset (m)</i>
<i>MASW n.1</i>	<i>36</i>	<i>3</i>
<i>MASW n.2</i>	<i>36</i>	<i>3</i>
<i>MASW n.3</i>	<i>36</i>	<i>3</i>
<i>MASW n.4</i>	<i>36</i>	<i>3</i>

Tab. 1 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative agli stendimenti geofonici messi in opera.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con appositi programmi per la determinazione della sismo-stratigrafia del sottosuolo e della Vs30.

5. ELABORAZIONE DATI

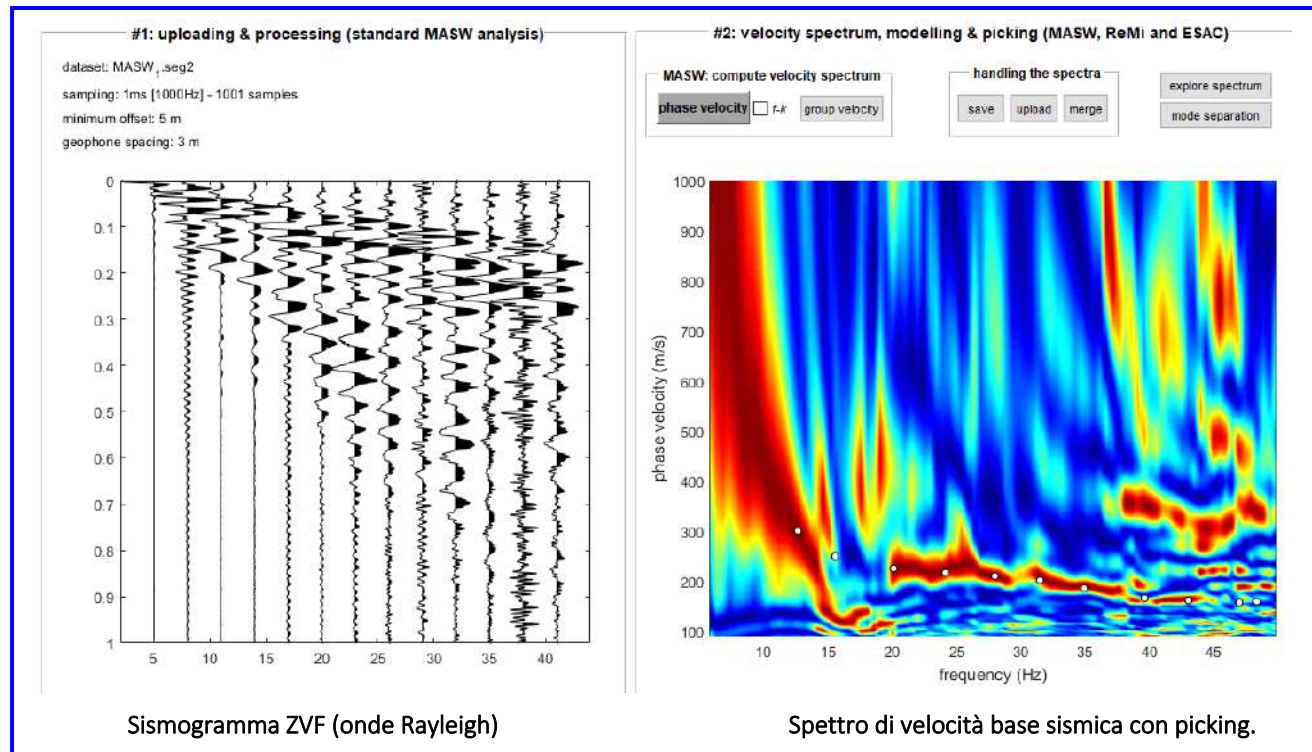
I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC per l'elaborazione e successiva interpretazione attraverso l'utilizzo del software WinMasw lite della Eliosoft con numero di serie 0X3109A511

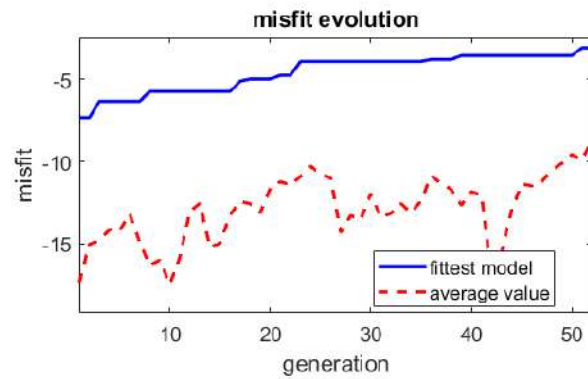
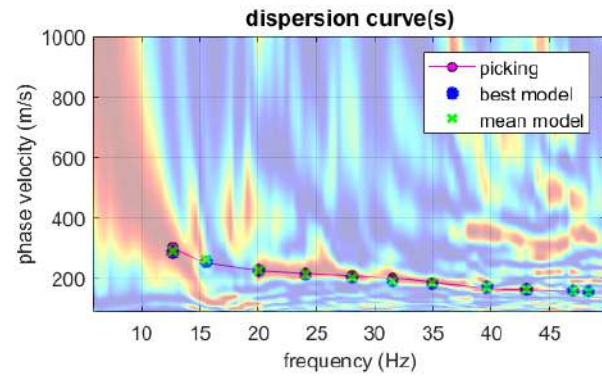
Operativamente sono state completate le seguenti operazioni:

1. Visualizzazione e filtraggio della registrazione;
2. Estrazione e visualizzazione della curva di dispersione;
3. Picking della curva di dispersione;
4. Calcolo del profilo (1D) di velocità delle onde di taglio Vs con la profondità.

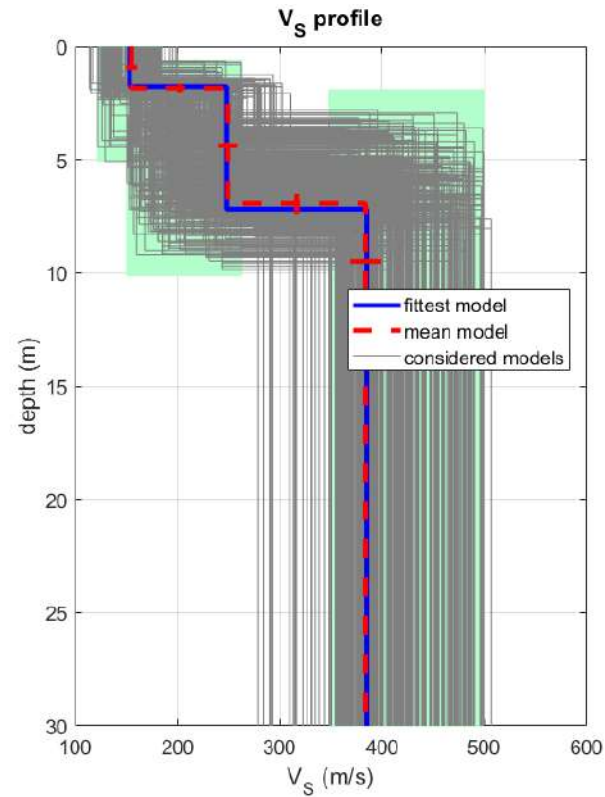
L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocityfrequency (c-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica effettuata.

6 - LABORAZIONE MASW 1





www.wlnmasw.com



dataset: MASW_1.seg2
 dispersion curve: MASW 1 - Furci (loc. Morge).cdp
 Vs30 & VsE (best model): 324 324 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 325 325 m/s

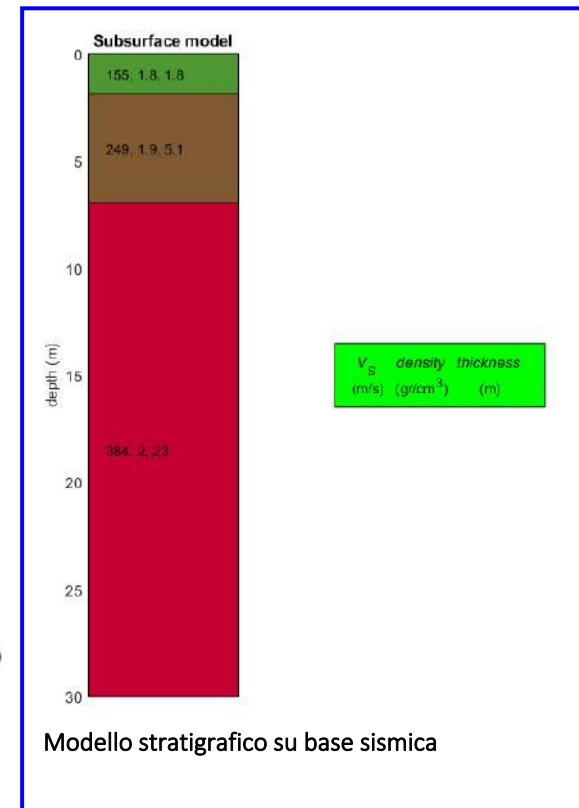
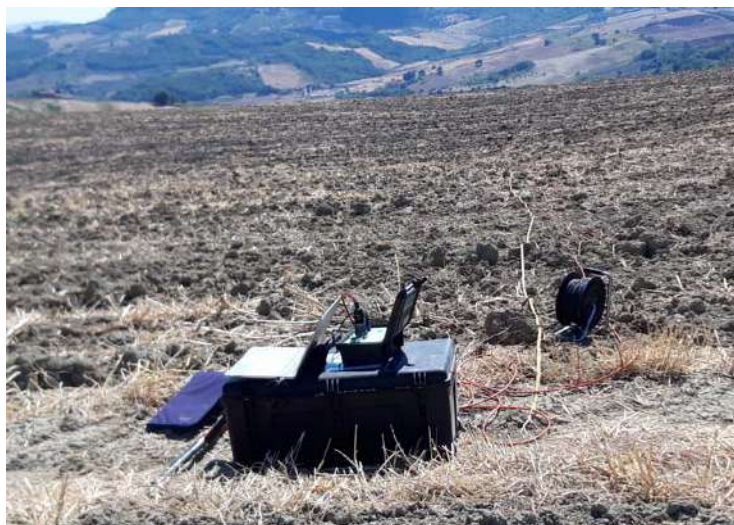
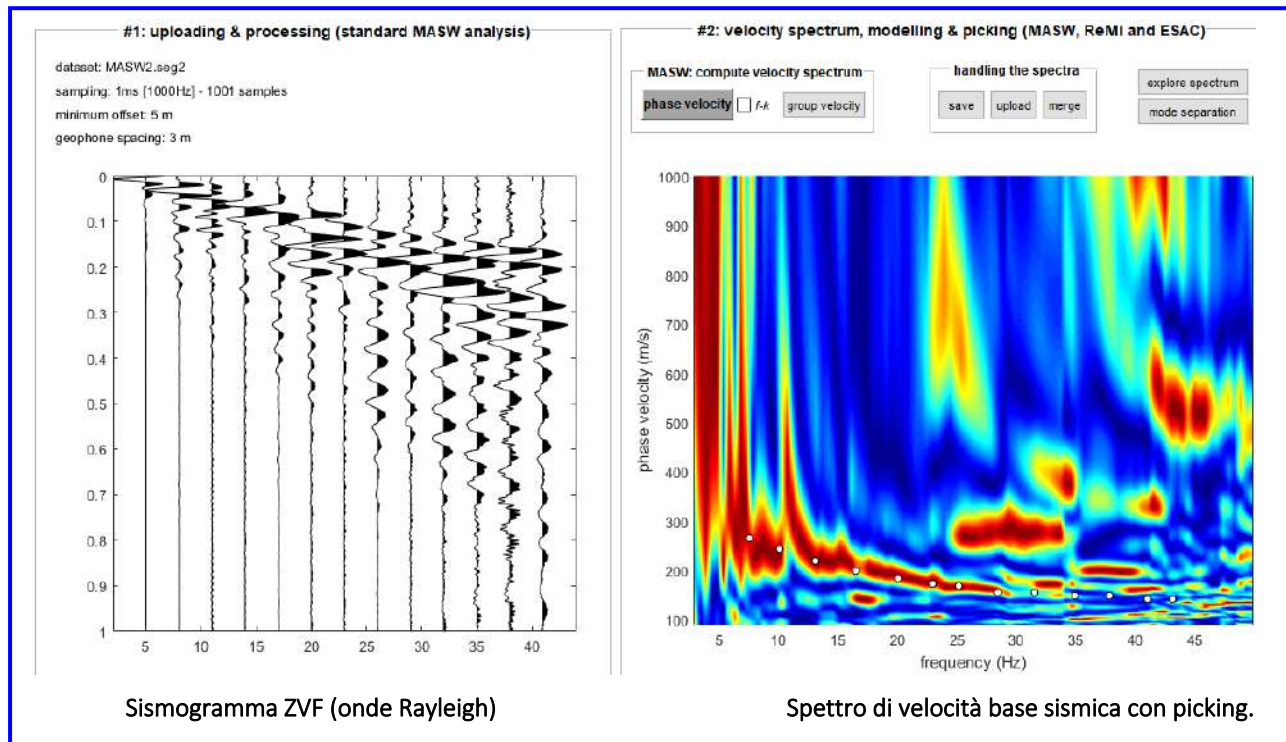
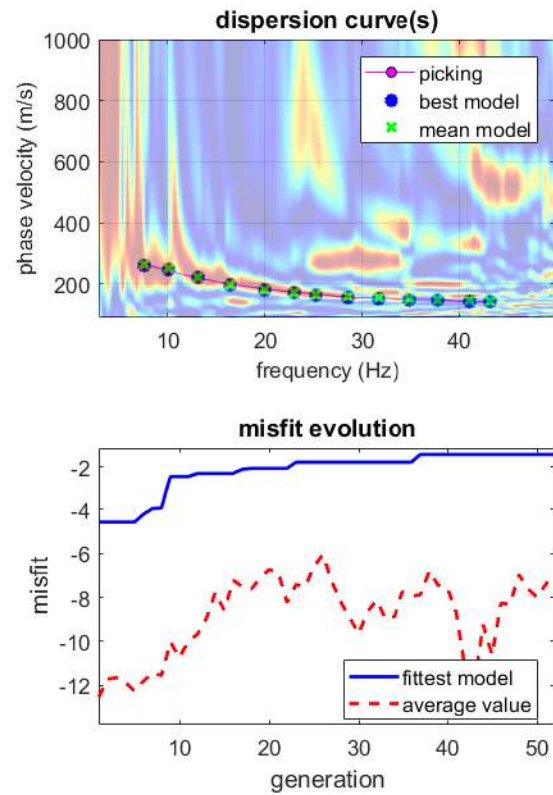


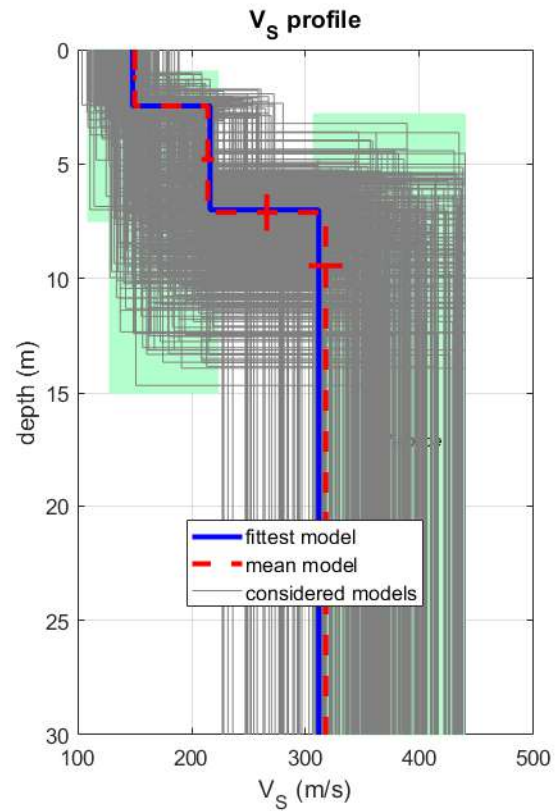
Diagramma delle velocità Vs riferite ai vari strati intercettati

7 - LABORAZIONE MASW 2





www.winmasw.com

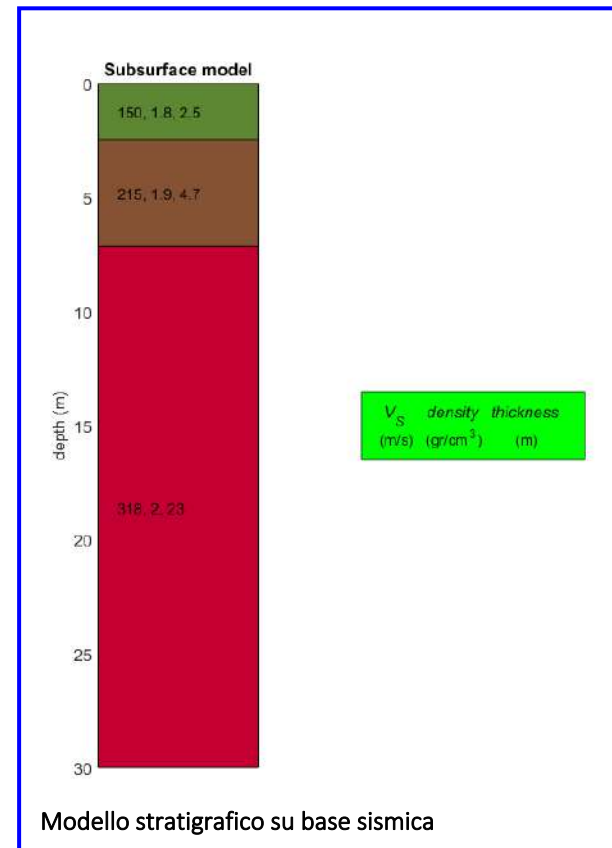


dataset: MASW2.seg2

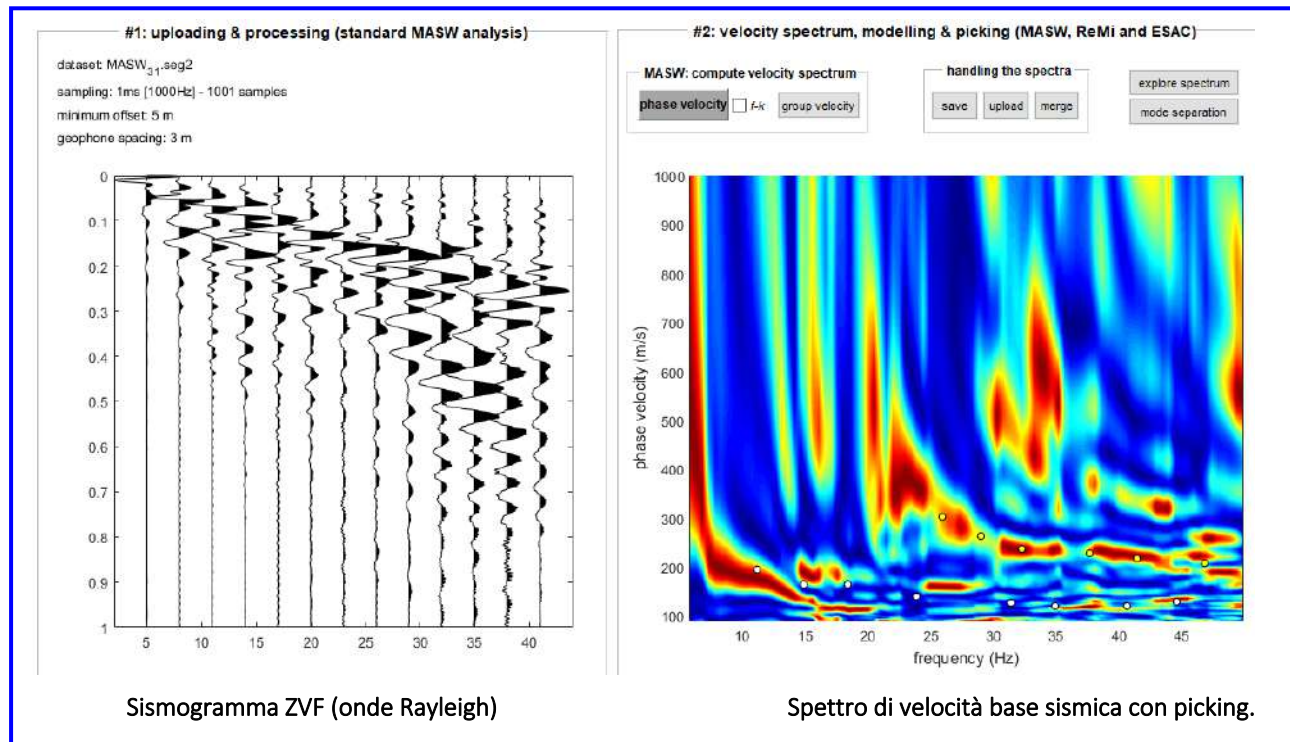
dispersion curve: MASW 2- Furci (loc. Morge).cdp

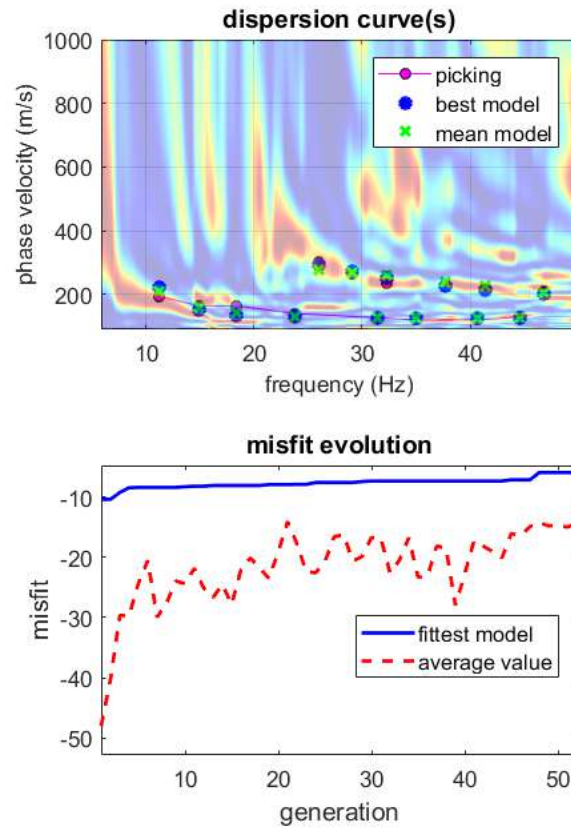
V_{s30} & V_{sE} (best model): 270 270 m/s

V_{s30} & V_{sE} (mean model): 273 273 m/s

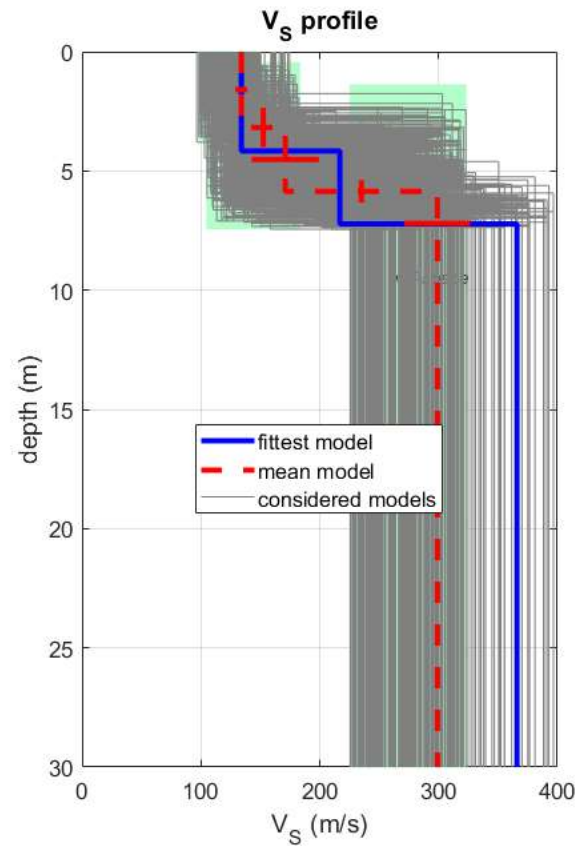


8 - LABORAZIONE MASW 3

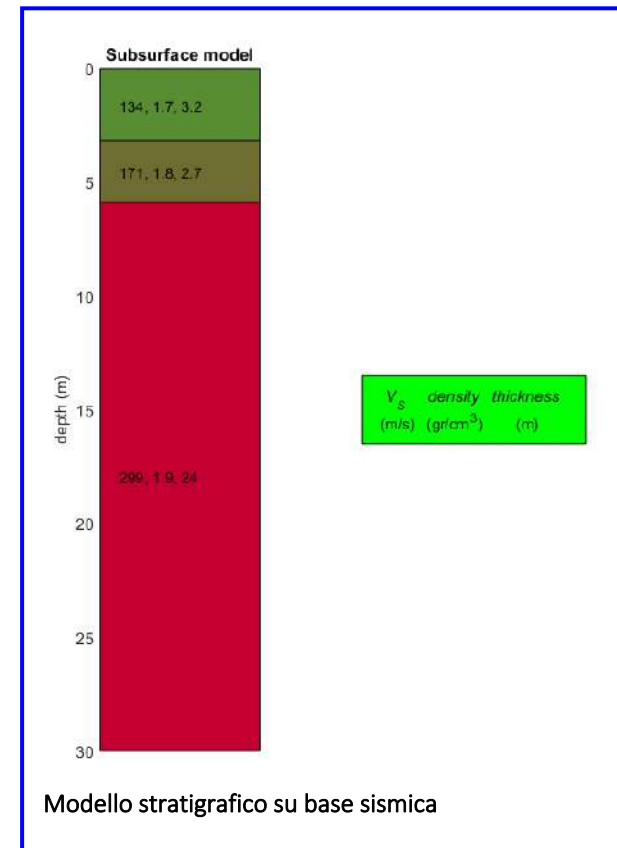




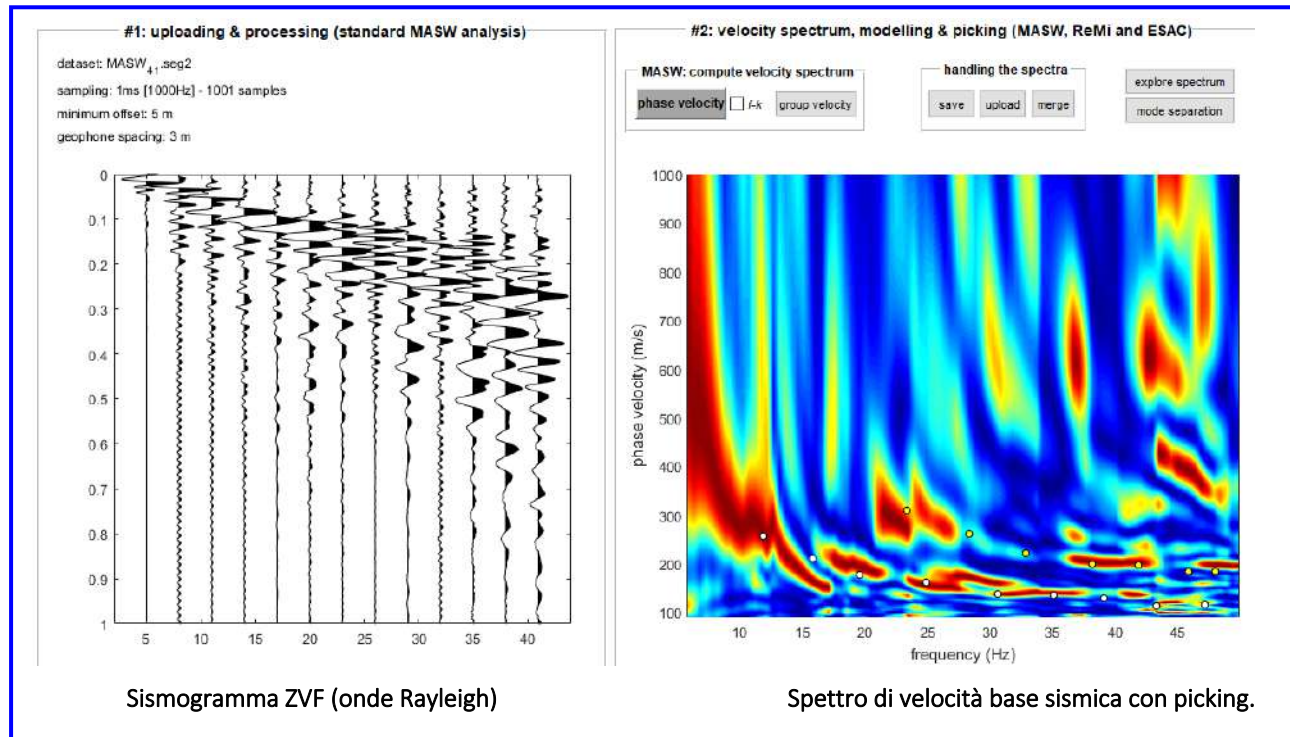
www.winmasw.com

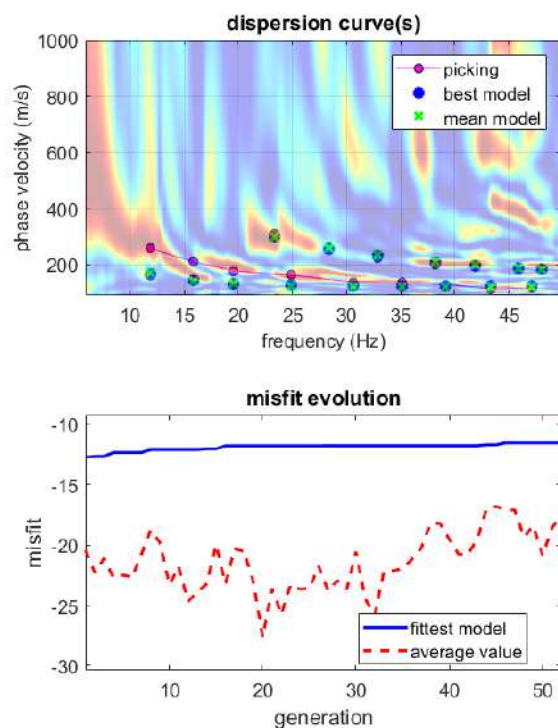


dataset: MASW_3_1.seg2
 dispersion curve: MASW 3- Furci (loc. Morge).cdp
 V_{s30} & V_{sE} (best model): 279 279 m/s
 V_{s30} & V_{sE} (mean model): 250 250 m/s

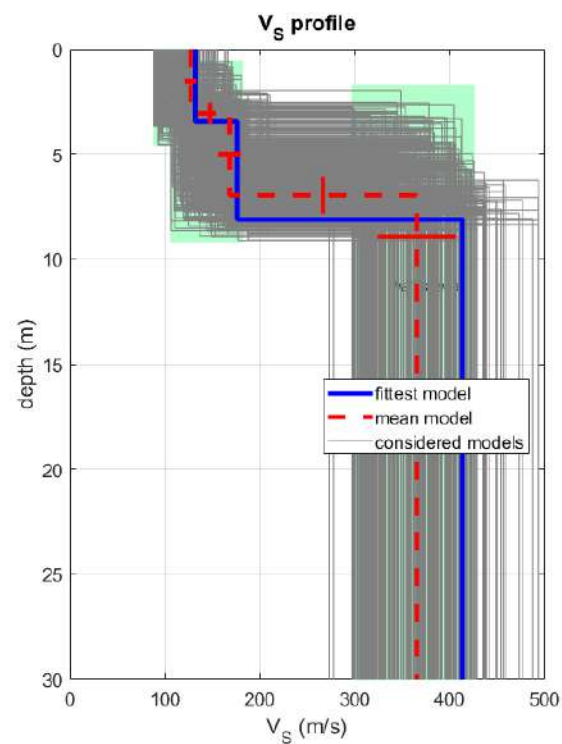


9 - LABORAZIONE MASW 4

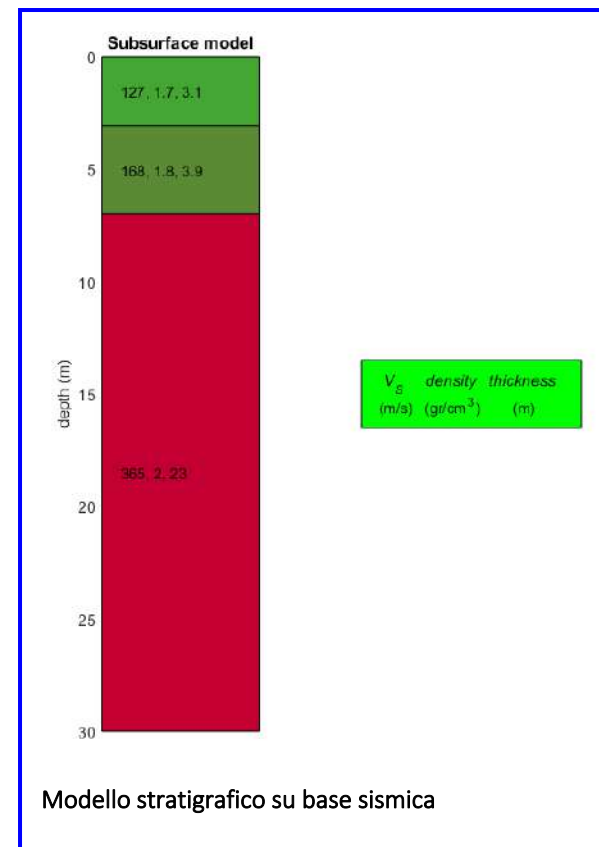




www.winmasw.com



dataset: MASW_4_1.seg2
 dispersion curve: MASW 3- Furci (loc. Morge).cdp
 Vs30 & VsE (best model): 284 284 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 272 272 m/s



Modello stratigrafico su base sismica

10 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Dove

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- **H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.**

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella espressione precedente e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Trovandoci nel caso specifico nella condizione stratigrafica di substrato sismico posto a profondità superiore ai 30 metri la categoria di sottosuolo viene calcolata riferendoci ai valori di velocità delle onde di taglio mediate, sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, definiscono una serie di categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (tab.2).

Categoria di suolo	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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</i> 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tab. 2 – Categorie di Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018)

<i>Prospezione sismica</i>	<i>V_{S30} (m/s)</i>	<i>Categoria Suoli di Fondazione (0-30m) (D.M. 17/01/2018)</i>
<i>MASW 1</i>	<i>[324-325]</i>	<i>C</i>
<i>MASW 2</i>	<i>[270-273]</i>	<i>C</i>
<i>MASW 3</i>	<i>[250-279]</i>	<i>C</i>
<i>MASW 4</i>	<i>[272-284]</i>	<i>C</i>

Tab. 3 – Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di suolo di fondazione 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.

Categoria topografica T1 = Superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Battipaglia, Febbraio 2023

Il tecnico

Dr. Geol. Antonio Senese

ALLEGATO IV

Analisi geotecniche di laboratorio

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Accettazione: SETTORE "A" 0567-2022
Data 01-09-2022

Oggetto: Prove di laboratorio

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico
della potenza nominale di 45,994 MW con relative
opere di connessione rete elettrica nazionale
FURCI (CH)

Spesimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE



Direttore laboratorio
Dr. Ing. Danilo PANICO



Identificazione campione

DOC PA 8.13/21 ED01/20

SETTORE "A"

Accettazione:
 Data:

0567-2022
 01-09-2022

Prof. Terre: 0891-2022
 Data: 09-09-2022

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO (ASTM D 2488 -00)

CARATTERI IDENTIFICATIVI			
Sondaggio P1	Campione C1	Profondità mt da P.C.	1,50-2,00
Massa (Kg)	3,41	Diametro (cm)	8
Condizione del campione estruso	Buone	Lunghezza (cm)	37,00
Classe di qualità	Q5	Tipo Campione	Indisturbato
Data Prelievo:	30-08-2022	Data Prova:	01-09-2022
PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE			
Pocket Penetrometer Test (kg/cmq)	> 6,0	Pocket Vane test (Kg/cmq)	> 2,0

CARATTERISTICHE VISIVE

Limo argilloso-sabbioso molto consistente. Colore marrone-olivastro.

COLORE (Tavola di Munsell)

2,5Y 5/3 LIGHT OLIVE BROWN

FOTO DEL CAMPIONE

Foto non richiesta

Sperimentatore
 Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore laboratorio
 Dr. Ing. Tullio PANICO

Grandezze indici

Raccomandazioni UNI 10013 - ASTM D 2937 - ASTM D2216

DOC PA 8.13/02 - ED 01/20

Settore "A"

Accettazione n. **0567-2022**
 del **01-09-2022**

Prot. Terre: **0891-2022**
 Data: **09-09-2022**

Richiedente: **EXPAND S.r.l.**

Proprietario: **SOC. ARAN 1 S.r.l.**

Cantiere: **Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)**

Identificativo campione

Sondaggio	Campione	Profondità mt pc	Tipo campione
P1	C1	1,50-2,00	Indisturbato
Data prelievo:	30-08-2022	Data prova:	01-09-2022
Classe di Qualità:	Q5		

Espressione dei risultati

Grandezze rilevate in laboratorio		Valori		Unità di misura	Valori medi
		1°	2°		
Gn	Peso volume naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005)	1,83	1,84	g/cmc	1,83
G	Peso specifico dei granuli (UNI 10013)	2,68	2,69	g/cmc	2,69
W	Contenuto di acqua naturale (ASTM 2216)	15,79	15,29	%	15,54

Grandezze derivate analiticamente

Gd	Peso volume secco	1,58	1,59	g/cmc	1,59
P	Porosità	41,10	40,75	%	40,92
e	Indice dei vuoti	0,70	0,69	---	0,69
S	Grado di saturazione	60,66	59,79	%	60,23
Gs	Peso volume saturo	1,99	2,00	g/cmc	2,00
G'	Peso volume sommerso	0,99	1,00	g/cmc	1,00

Spesimentatore
 Dr. Geol. Gabriele PAONE

Direttore laboratorio
 Dr. Ing. Tullio PANICO

Prova di Taglio diretto

DOC PA 8.13/6-3 - ED 01/20

ASTM D3080-98

Settore "A"

Accettazione n. 0567-2022
 del 01-09-2022

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Prof.Terre: 0891-2022

Data: 09-09-2022

Pagina: 1

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	TIPO CAMPIONE	CLASSE QUALITA'
P1	C1	1,50-2,00	Indisturbato	Q5
Data Preleva:	30-08-2022	Data Prova:	01-09-2022	

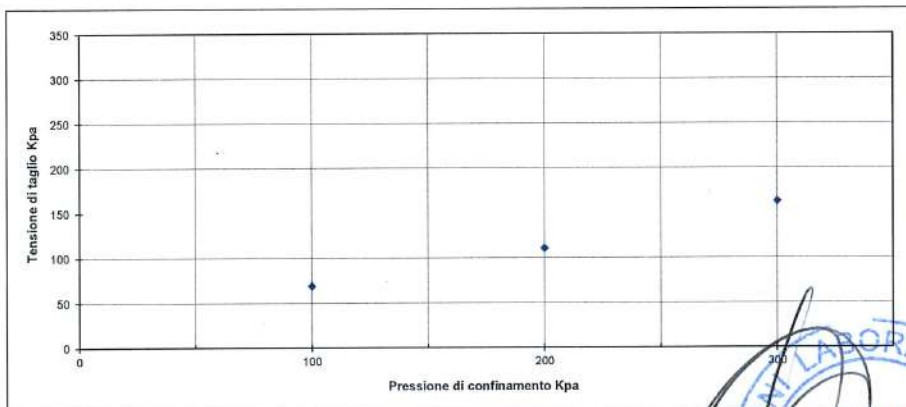
N° MACCHINE DI TAGLIO
10 11 12

TIPO DI PROVA	Consolidata drenata
VELOCITA' DI PROVA	0,02 mm/min
GEOMETRIA PROVINO	SCATOLA A SEZIONE QUADRATA DI LATO 60X60 mm

Parametri meccanici a rottura

	Pressione di consolid.	Unità di misura	Consolidazione (ore)	Pressione di rottura	Unità di misura
Provino 1	100	kPa	24	68,6	kPa
Provino 2	200	kPa	24	110,4	kPa
Provino 3	300	kPa	24	162,7	kPa

	Peso volume naturale			Contenuto d'acqua naturale			Altezza provino		
	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale	Unità di misura
Provino 1	1,83	1,85	g/cm³	16,35	15,98	%	20,00	19,74	mm
Provino 2	1,84	1,88	g/cm³	15,60	15,20	%	20,00	19,43	mm
Provino 3	1,83	1,91	g/cm³	15,51	14,95	%	20,00	19,06	mm



Sperimentatore
 Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore laboratorio
 Dr. Ing. Tullio PANICO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Settore "A"

Richiedente: EXPAND S.r.l.

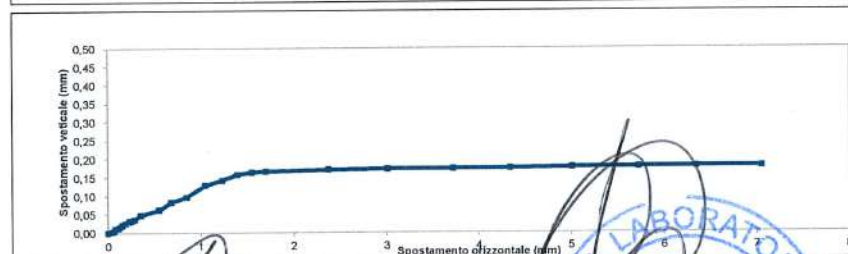
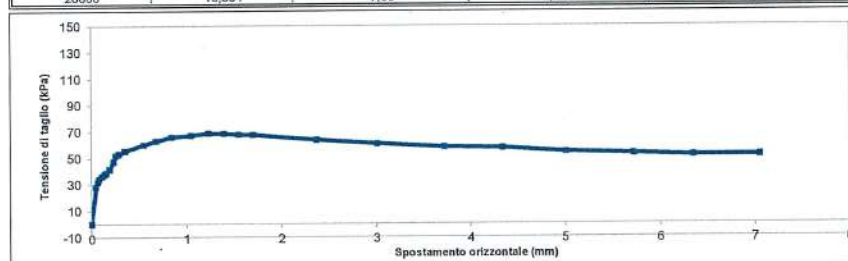
Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

PROVINO 1 $\sigma_v = 100$ kPa

Pagina: 2

ELABORAZIONE DATI				
Tempo trascorso (sec)	Forza orizzontale (kg)	Spostamento Orizzontale (mm)	Spostamento Verticale (mm)	Tensione di Taglio (kPa)
0	0,000	0,00	0,000	0,00
960	10,056	0,04	0,002	27,93
1920	11,456	0,07	0,005	31,82
2880	12,317	0,08	0,010	34,22
3840	13,088	0,11	0,013	36,36
4800	13,532	0,13	0,017	37,59
5760	13,859	0,15	0,020	38,50
6720	14,905	0,19	0,025	41,40
7680	17,005	0,23	0,031	47,24
8640	18,635	0,25	0,032	51,76
9600	18,994	0,29	0,036	52,76
10560	19,860	0,35	0,048	55,17
11520	21,583	0,55	0,062	58,95
12480	22,589	0,68	0,082	62,75
13440	23,652	0,85	0,096	65,70
14400	24,092	1,04	0,128	66,92
15360	24,700	1,23	0,141	68,61
16320	24,562	1,39	0,157	68,23
17280	24,330	1,55	0,163	67,58
18240	24,236	1,70	0,165	67,32
19200	22,800	2,37	0,170	63,33
20160	21,745	3,01	0,172	60,40
21120	20,766	3,72	0,173	57,68
22080	20,535	4,34	0,174	57,04
23040	19,465	5,01	0,176	54,07
24000	18,991	5,72	0,177	52,75
25400	18,569	6,35	0,178	51,58
28800	18,504	7,05	0,178	51,40



Spesimentatore
Dr. Geol. Daniele PAONE

Direttore laboratorio
Dr. Ing. Tullio PANICO

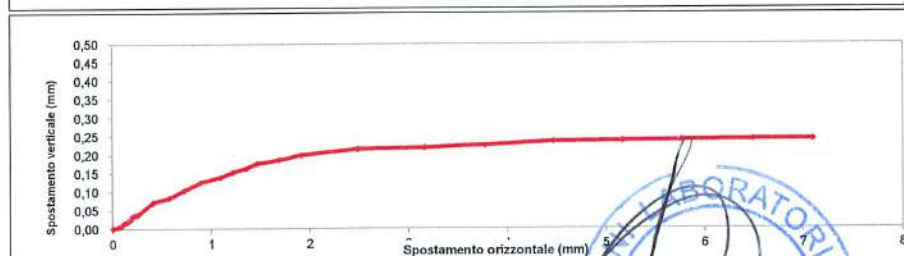
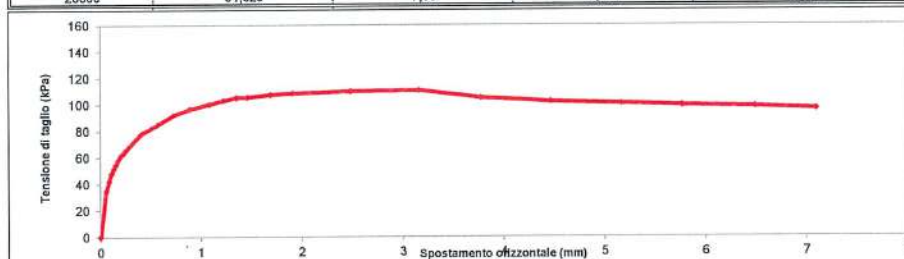
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
 Settore "A"

Richiedente: EXPAND S.r.l.
Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.
Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

PROVINO 2 $\sigma_v = 200$ kPa

Pagina: 3

ELABORAZIONE DATI				
Tempo trascorso (sec)	Forza orizzontale (kg)	Spostamento Orizzontale (mm)	Spostamento Verticale (mm)	Tensione di Taglio (kPa)
0	0,000	0,00	0,000	0,00
960	12,556	0,05	0,004	34,88
1920	15,218	0,09	0,009	42,27
2880	17,258	0,11	0,014	47,94
3840	18,512	0,13	0,017	51,42
4800	19,729	0,15	0,020	54,80
5760	20,847	0,18	0,024	57,91
6720	21,933	0,20	0,033	60,92
7680	22,724	0,23	0,037	63,12
8640	23,548	0,25	0,038	65,41
9600	27,976	0,41	0,071	77,71
10560	30,534	0,57	0,084	84,82
11520	33,068	0,72	0,104	91,85
12480	34,731	0,89	0,126	96,47
13440	36,039	1,08	0,139	100,11
14400	37,038	1,22	0,153	102,88
15360	37,802	1,35	0,163	105,00
16320	37,920	1,46	0,176	105,33
17280	38,588	1,69	0,186	107,19
18240	38,970	1,91	0,199	108,25
19200	39,507	2,48	0,215	109,74
20160	39,726	3,16	0,219	110,35
21120	37,687	3,77	0,225	104,69
22080	36,745	4,46	0,235	102,07
23040	36,172	5,16	0,237	100,48
24000	35,671	5,76	0,239	99,09
26400	35,313	6,49	0,240	98,09
28800	34,529	7,09	0,241	95,91



Sperimentatore
 Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore Laboratorio
 Dr. Ing. Tullio PANICO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
 Settore "A"

Richiedente: EXPAND S.r.l.

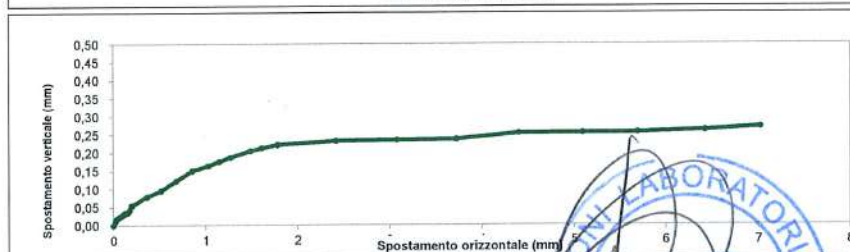
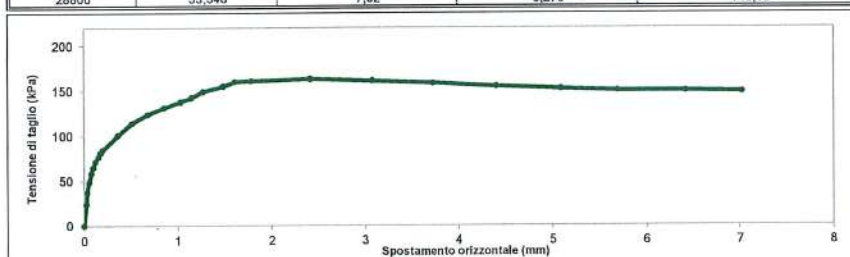
Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

PROVINO 3 $\sigma_v=300$ kPa

Pagina: 4

ELABORAZIONE DATI				
Tempo trascorso (sec)	Forza orizzontale (kg)	Spostamento Orizzontale (mm)	Spostamento Verticale (mm)	Tensione di Taglio (kPa)
0	0,000	0,00	0,000	0,00
960	8,568	0,02	0,010	23,85
1920	13,283	0,03	0,018	36,90
2880	17,345	0,05	0,020	48,18
3840	20,917	0,08	0,024	58,10
4800	23,325	0,10	0,028	64,79
5760	25,801	0,12	0,033	71,11
6720	27,458	0,15	0,036	76,27
7680	29,143	0,17	0,042	80,95
8640	30,303	0,20	0,055	84,18
9600	36,174	0,36	0,079	100,48
10560	41,020	0,51	0,096	113,94
11520	44,449	0,68	0,122	123,47
12480	47,136	0,85	0,150	130,93
13440	49,389	1,03	0,164	137,19
14400	51,190	1,15	0,176	142,19
15360	53,519	1,27	0,187	146,66
16320	55,629	1,48	0,205	154,52
17280	57,423	1,60	0,213	159,51
18240	57,826	1,78	0,222	160,63
19200	58,576	2,41	0,232	162,71
20160	57,851	3,08	0,234	160,70
21120	56,842	3,72	0,237	157,89
22080	55,667	4,40	0,253	154,63
23040	54,579	5,09	0,255	151,61
24000	53,973	5,69	0,256	149,92
26400	53,777	6,42	0,261	149,38
28800	53,348	7,02	0,270	148,19



Spesimentatore
 Dr. Geol. Davide PIAONE

Direttore laboratorio
 Dr. Ing. Tullio PANICO

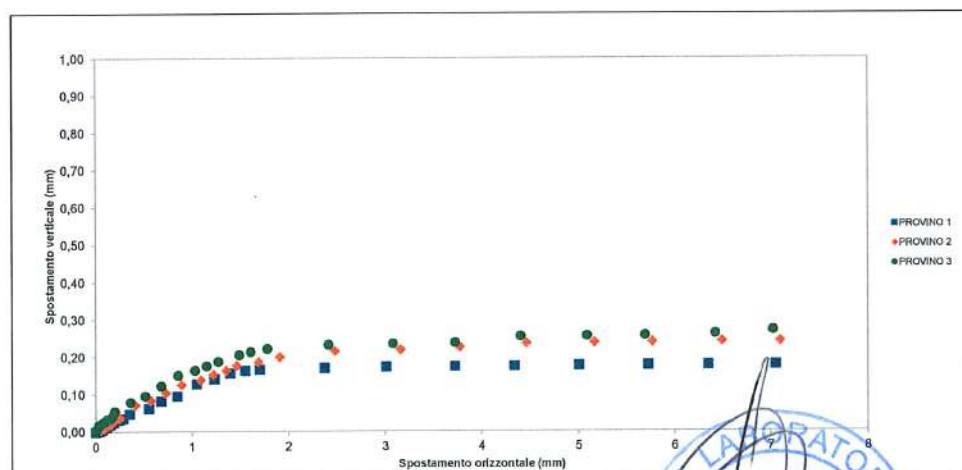
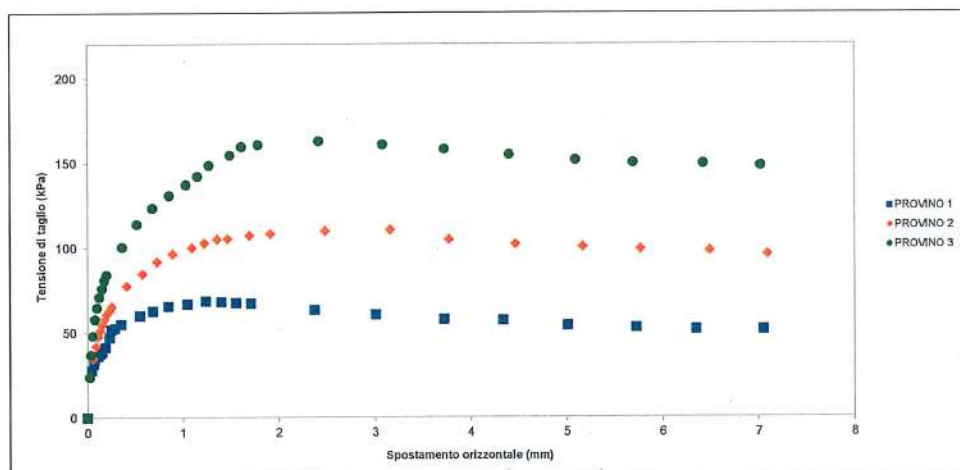
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
 Settore "A"

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico
 della potenza nominale di 45,994 MW con relative
 opere di connessione rete elettrica nazionale
 FURCI (CH)

Pagina: 5



Spedimentatore
 Dr. Geol. Davide FAONE

Direttore Laboratorio
 Dr. Ing. Tullio PANICO

Prova di Taglio diretto

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

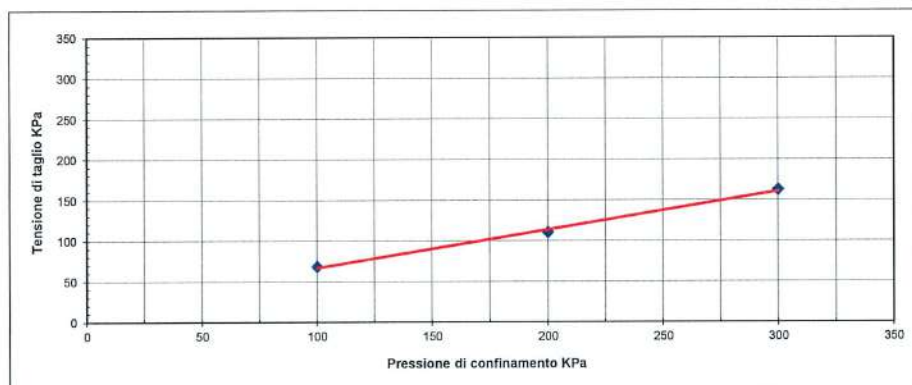
Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	TIPO CAMPIONE	CLASSE QUALITA'
P1	C1	1,50-2,00	Indisturbato	Q5

TIPO DI PROVA	Consolidata drenata
VELOCITA' DI PROVA	0,02 mm/min

Parametri meccanici a rottura

	Pressione di consolid.	Unita' di misura	Consolidazione (ore)	Pressione di rottura	Unita di misura
Provino 1	100	KPa	24	68,6	KPa
Provino 2	200	KPa	24	110,4	KPa
Provino 3	300	KPa	24	162,7	KPa



Risultati:

$\Phi' =$	25,2 °
$c' =$	19,8 KPa

Identificazione campione

DOC PA 8.13/21 ED01/20

SETTORE "A"

Accettazione: 0567-2022
 Data: 01-09-2022

Prot. Terre: 0892-2022
 Data: 09-09-2022

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico
 della potenza nominale di 45,994 MW con relative
 opere di connessione rete elettrica nazionale
 FURCI (CH)

IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO (ASTM D 2488 -00)

CARATTERI IDENTIFICATIVI			
Sondaggio P4	Campione C2	Profondità mt da P.C.	1,50-2,00
Massa (Kg)	3,71	Diametro (cm)	8
Condizione del campione estruso	Buone	Lunghezza (cm)	40,00
Classe di qualità	Q5	Tipo Campione	Indisturbato
Data Prelievo:	30-08-2022	Data Prova:	02-09-2022
PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE			
Pocket Penetrometer Test (kg/cmq)	3,6 - 3,9 - 3,7 - 3,9	Pocket Vane test (Kg/cmq)	1,9 - 1,8 - 1,9 - 1,7

CARATTERISTICHE VISIVE

Limo argilloso a tratti sabbioso consistente. Colore marrone-olivastro.

COLORE (Tavola di Munsell)

2,5Y 5/3 LIGHT OLIVE BROWN

FOTO DEL CAMPIONE



Sperimentatore
 Dr. Geol. Daniele PAONE

Direttore laboratorio
 Dr. Ing. Giulio PANICO

Grandezze indici

Raccomandazioni UNI 10013 - ASTM D 2937 - ASTM D2216

DOC PA 8.13/02 - ED 01/20

Settore "A"

Accettazione n. **0567-2022**
 del **01-09-2022**

Prot. Terre: **0892-2022**
 Data: **09-09-2022**

Richiedente: **EXPAND S.r.l.**

Proprietario: **SOC. ARAN 1 S.r.l.**

Cantiere: **Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)**

Identificativo campione

Sondaggio	Campione	Profondità mt pc	Tipo campione
P4	C2	1,50-2,00	Indisturbato
Data prelievo:	30-08-2022	Data prova:	02-09-2022
Classe di Qualità:	Q5		

Espressione dei risultati

Grandezze rilevate in laboratorio		Valori		Unità di misura	Valori medi
		1°	2°		
Gn	Peso volume naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005)	1,84	1,85	g/cmc	1,85
G	Peso specifico dei granuli (UNI 10013)	2,68	2,69	g/cmc	2,69
W	Contenuto di acqua naturale (ASTM 2216)	19,99	20,84	%	20,41

Grandezze derivate analiticamente

Gd	Peso volume secco	1,54	1,53	g/cmc	1,53
P	Porosità	42,68	43,02	%	42,85
e	Indice dei vuoti	0,74	0,76	---	0,75
S	Grado di saturazione	71,94	74,24	%	73,10
Gs	Peso volume saturo	1,96	1,96	g/cmc	1,96
G'	Peso volume sommerso	0,96	0,96	g/cmc	0,96

Sperimentatore

Dr. Geol. Daniele PAONE

Direttore laboratorio

Dr. Ing. Tullio PANICO

Prova di Taglio diretto

DOC PA 8.13/6-3 - ED 01/20

ASTM D3080-98

Settore "A"

Accettazione n. 0567-2022
 del 01-09-2022

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Prot.Terre: 0892-2022

Data: 09-09-2022

Pagina: 1

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	TIPO CAMPIONE	CLASSE QUALITA'
P4	C2	1,50-2,00	Indisturbato	Q5
Data Prelievo:	30-08-2022	Data Prova:	02-09-2022	

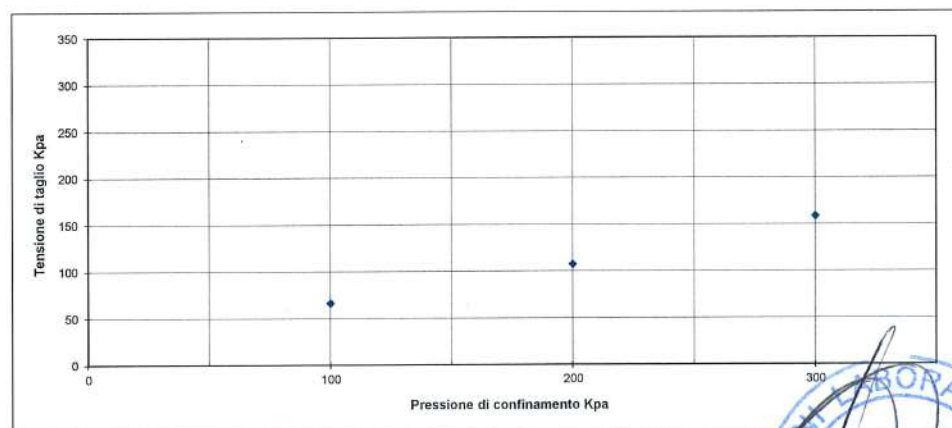
N° MACCHINE DI TAGLIO
3 4 5

TIPO DI PROVA	Consolidata drenata
VELOCITA' DI PROVA	0,02 mm/min
GEOMETRIA PROVINO	SCATOLA A SEZIONE QUADRATA DI LATO 60X60 mm

Parametri meccanici a rottura

	Pressione di consolid.	Unità di misura	Consolidazione (ore)	Pressione di rottura	Unità di misura
Provino 1	100	kPa	24	66,1	kPa
Provino 2	200	kPa	24	107,3	kPa
Provino 3	300	kPa	24	158,5	kPa

	Peso volume naturale			Contenuto d'acqua naturale			Altezza provino		
	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale	Unità di misura
Provino 1	1,84	1,87	g/cm³	19,83	19,03	%	20,00	19,54	mm
Provino 2	1,85	1,91	g/cm³	21,08	19,97	%	20,00	19,23	mm
Provino 3	1,85	1,96	g/cm³	20,14	18,50	%	20,00	18,64	mm



Sperimentatore
 Dr. Geol. Davide PAONE



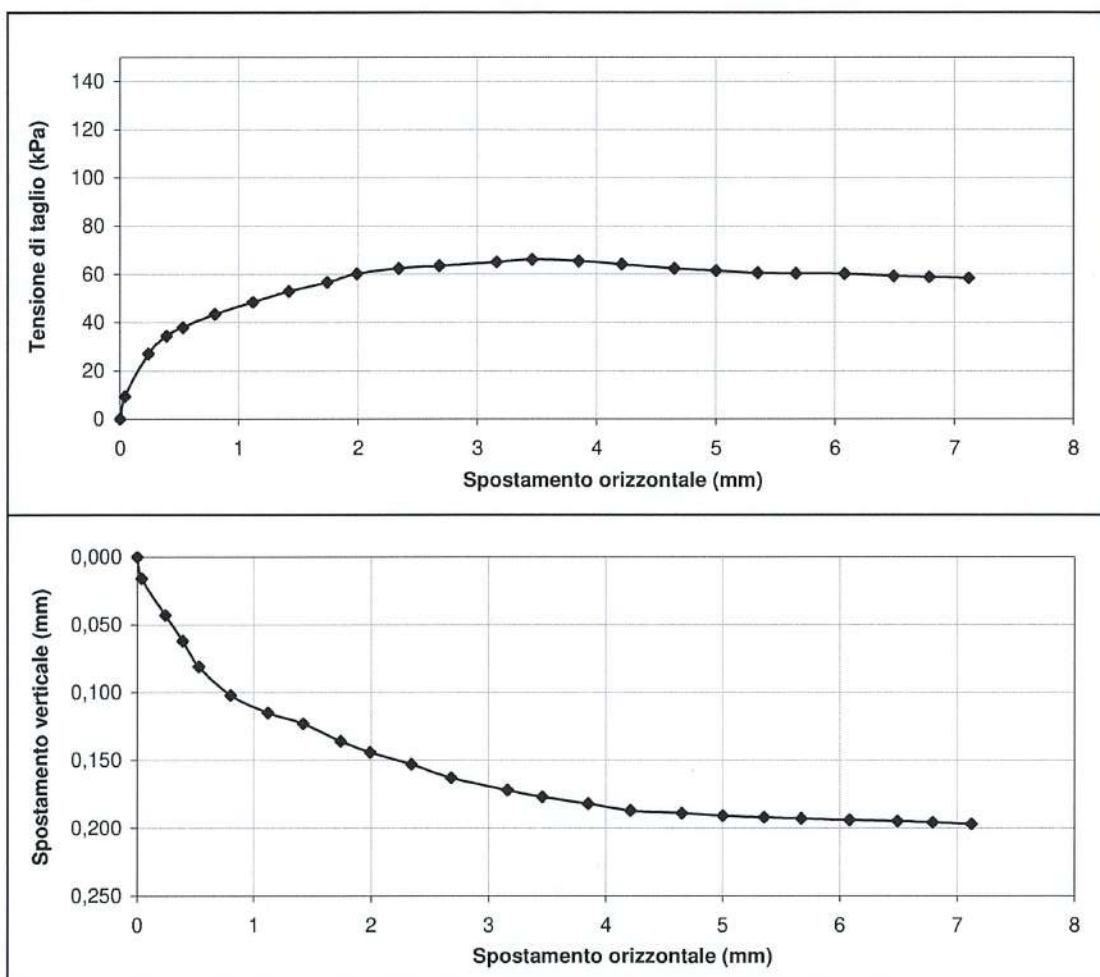
MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO
Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	FURCI (CH)	Profondità di prelievo	1,50-2,00
Progetto	Realizz. Imp. Fotovolt.	Tipo di campione	***
Numero Sondaggio	P4	Orientazione provino	Verticale
Numero Campione	C2		

PROVINO 1

Pressione verticale (kPa) 100



Spesimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE



Direttore Laboratorio
Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B
Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

Cantiere	<i>FURCI (CH)</i>		
Progetto	<i>Realizz. Imp. Fotovolt.</i>	Profondità di prelievo	<i>1,50-2,00</i>
Numero Sondaggio	<i>P4</i>	Tipo di campione	<i>***</i>
Numero Campione	<i>C2</i>	Orientazione provino	<i>Verticale</i>

Pressione verticale (kPa)	200
---------------------------	-----

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo trascorso (mins)	Spostamento verticale (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Spostamento verticale (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
16,00	0,015	0,21	87,8	0,015	0,21	87,8	24,4
32,00	0,053	0,34	149,5	0,053	0,34	149,5	41,5
48,00	0,087	0,51	228,2	0,087	0,51	228,2	63,4
64,00	0,117	0,61	266,4	0,117	0,61	266,4	74,0
80,00	0,139	0,79	315,7	0,139	0,79	315,7	87,7
96,00	0,153	0,94	335,3	0,153	0,94	335,3	93,1
112,00	0,162	1,11	348,6	0,162	1,11	348,6	96,8
128,00	0,181	1,46	357,8	0,181	1,46	357,8	99,4
144,00	0,193	1,83	369,3	0,193	1,83	369,3	102,6
160,00	0,199	2,13	376,9	0,199	2,13	376,9	104,7
176,00	0,208	2,51	384,6	0,208	2,51	384,6	106,8
192,00	0,216	2,87	386,3	0,216	2,87	386,3	107,3
208,00	0,219	3,23	384,1	0,219	3,23	384,1	106,7
224,00	0,221	3,58	383,3	0,221	3,58	383,3	106,5
240,00	0,227	4,01	370,5	0,227	4,01	370,5	102,9
256,00	0,229	4,39	367,8	0,229	4,39	367,8	102,2
272,00	0,231	4,68	362,7	0,231	4,68	362,7	100,8
288,00	0,234	5,17	359,1	0,234	5,17	359,1	99,8
304,00	0,236	5,55	355,5	0,236	5,55	355,5	98,8
320,00	0,238	5,90	353,8	0,238	5,90	353,8	98,3
336,00	0,239	6,21	352,9	0,239	6,21	352,9	98,0
352,00	0,243	6,58	350,8	0,243	6,58	350,8	97,4
368,00	0,246	7,01	350,5	0,246	7,01	350,5	97,4

Dr. Geol. Davide PAONE

~~Dr. Ing. Tullio PANICCI~~

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

P4C2

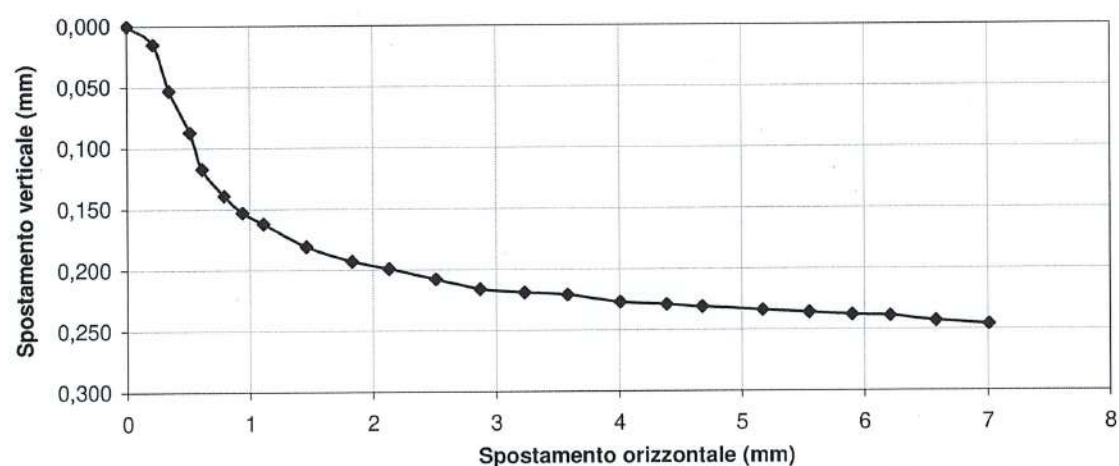
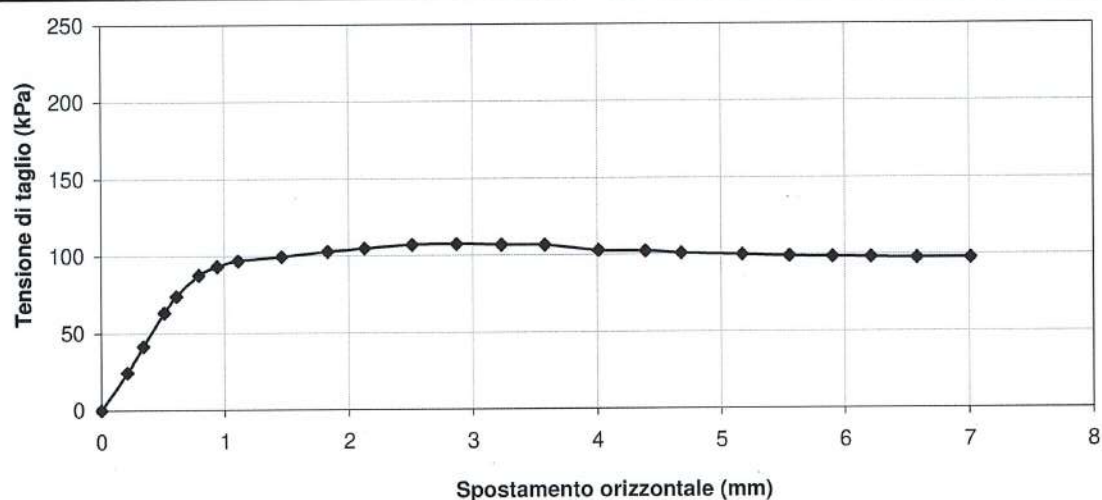
MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO
Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	FURCI (CH)	Profondità di prelievo	1,50-2,00
Progetto	Realizz. Imp. Fotovolt.	Tipo di campione	***
Numero Sondaggio	P4	Orientazione provino	Verticale
Numero Campione	C2		

PROVINO 2

Pressione verticale (kPa) 200



Sperimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore Laboratorio
Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

Specimen 2

P4C2

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	<i>FURCI (CH)</i>		
Progetto	<i>Realizz. Imp. Fotovolt.</i>	Profondità di prelievo	<i>1,50-2,00</i>
Numero Sondaggio	<i>P4</i>	Tipo di campione	<i>***</i>
Numero Campione	<i>C2</i>	Orientazione provino	<i>Verticale</i>

PROVINO 3	Pressione verticale (kPa)	300
-----------	---------------------------	-----

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo trascorso (mins)	Spostament o verticale (mm)	Spostament o orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Spostamento verticale (mm)	Spostament o orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
16,00	0,009	0,16	125,0	0,009	0,16	125,0	34,7
32,00	0,049	0,30	218,2	0,049	0,30	218,2	60,6
48,00	0,071	0,51	288,6	0,071	0,51	288,6	80,2
64,00	0,092	0,87	370,6	0,092	0,87	370,6	102,9
80,00	0,119	1,28	438,0	0,119	1,28	438,0	121,7
96,00	0,133	1,61	464,3	0,133	1,61	464,3	129,0
112,00	0,145	1,91	488,4	0,145	1,91	488,4	135,7
128,00	0,163	2,23	515,0	0,163	2,23	515,0	143,1
144,00	0,172	2,49	539,5	0,172	2,49	539,5	149,9
160,00	0,186	2,83	548,0	0,186	2,83	548,0	152,2
176,00	0,196	3,18	567,1	0,196	3,18	567,1	157,5
192,00	0,201	3,47	570,6	0,201	3,47	570,6	158,5
208,00	0,213	3,83	564,5	0,213	3,83	564,5	156,8
224,00	0,223	4,10	548,4	0,223	4,10	548,4	152,3
240,00	0,231	4,43	538,4	0,231	4,43	538,4	149,6
256,00	0,237	4,80	535,6	0,237	4,80	535,6	148,8
272,00	0,245	5,09	533,3	0,245	5,09	533,3	148,1
288,00	0,249	5,41	531,4	0,249	5,41	531,4	147,6
304,00	0,259	5,78	527,7	0,259	5,78	527,7	146,6
320,00	0,269	6,19	527,5	0,269	6,19	527,5	146,5
336,00	0,289	6,51	526,4	0,289	6,51	526,4	146,2
352,00	0,306	6,83	525,3	0,306	6,83	525,3	145,9
368,00	0,310	7,11	522,7	0,310	7,11	522,7	145,2

Sperimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore Laboratorio
Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

Specimen 3

P4C2

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

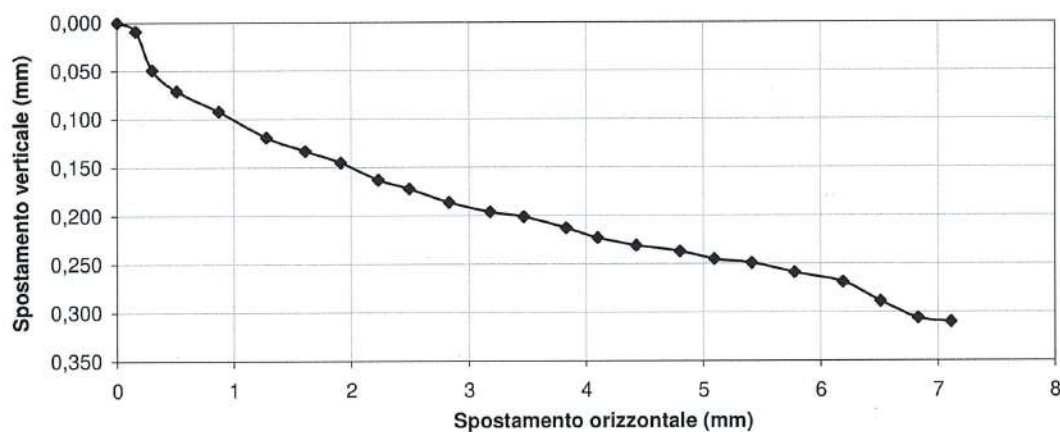
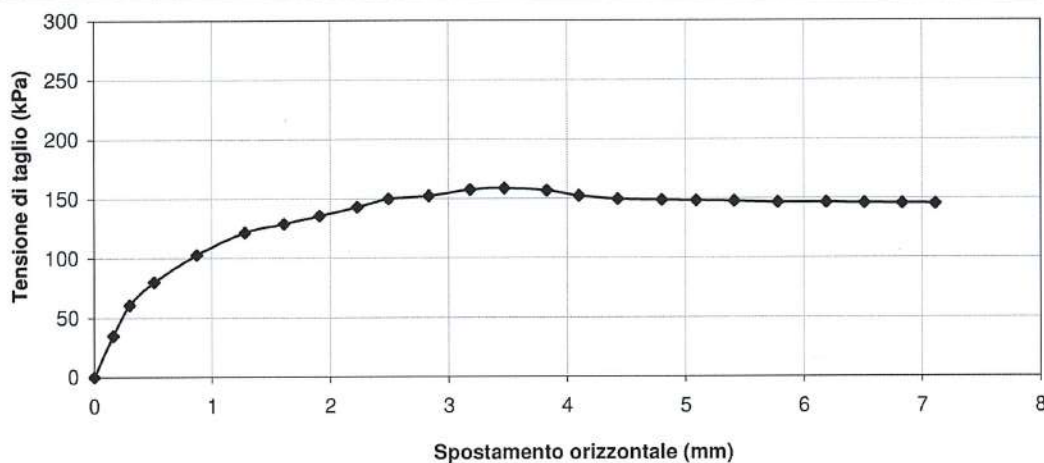
Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	FURCI (CH)	Profondità di prelievo	1,50-2,00
Progetto	Realizz. Imp. Fotovolt.	Tipo di campione	***
Numero Sondaggio	P4	Orientazione provino	Verticale
Numero Campione	C2		

PROVINO 3

Pressione verticale (kPa) 300



Sperimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE



Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

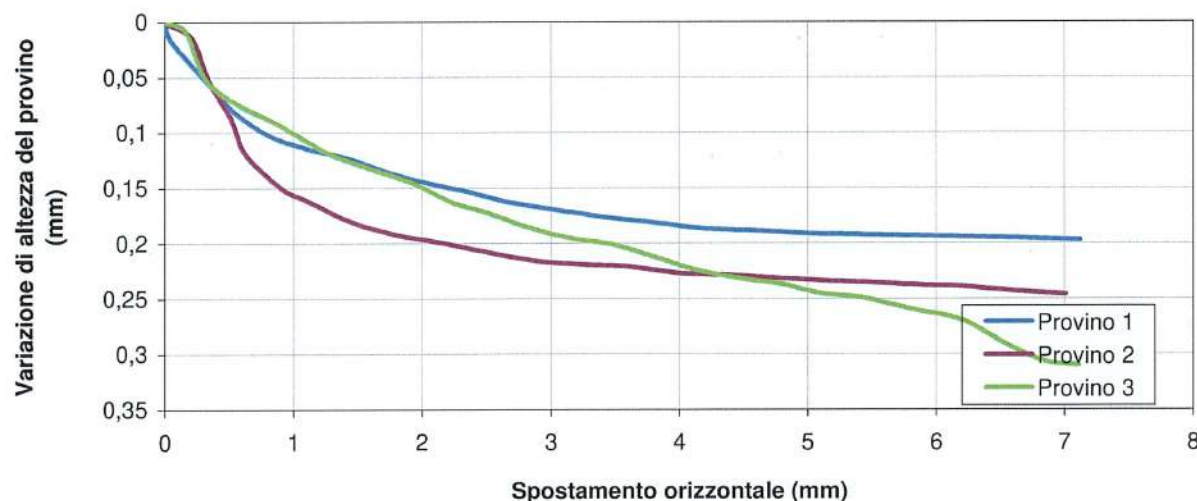
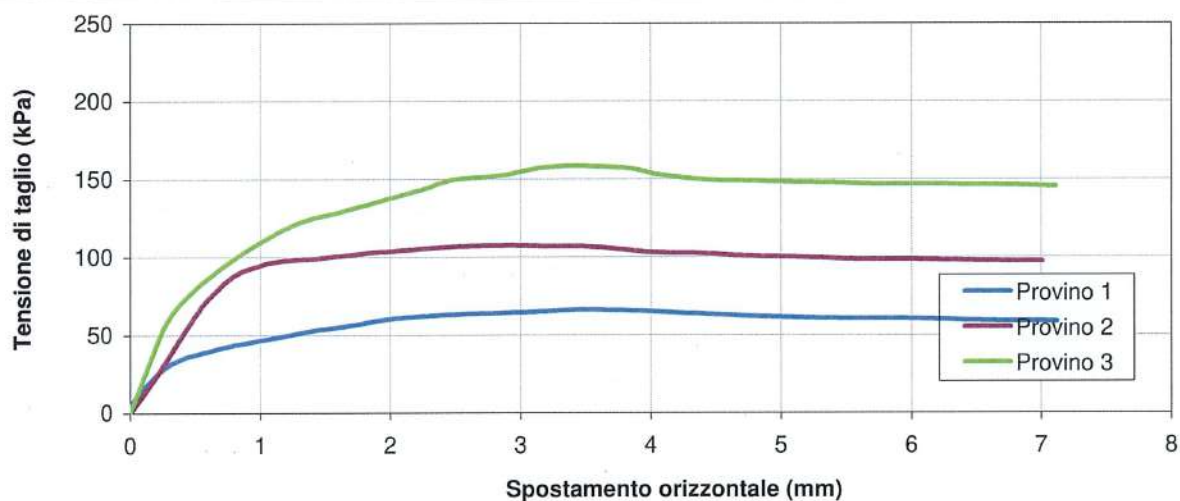
Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

RAPPORTO DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	FURCI (CH)	Profondità di prelievo	1,50-2,00
Progetto	Realizz. Imp. Fotovolt.	Tipo di campione	***
Numero Sondaggio	P4	Orientazione provino	Verticale
Numero Campione	C2		



Spesimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE

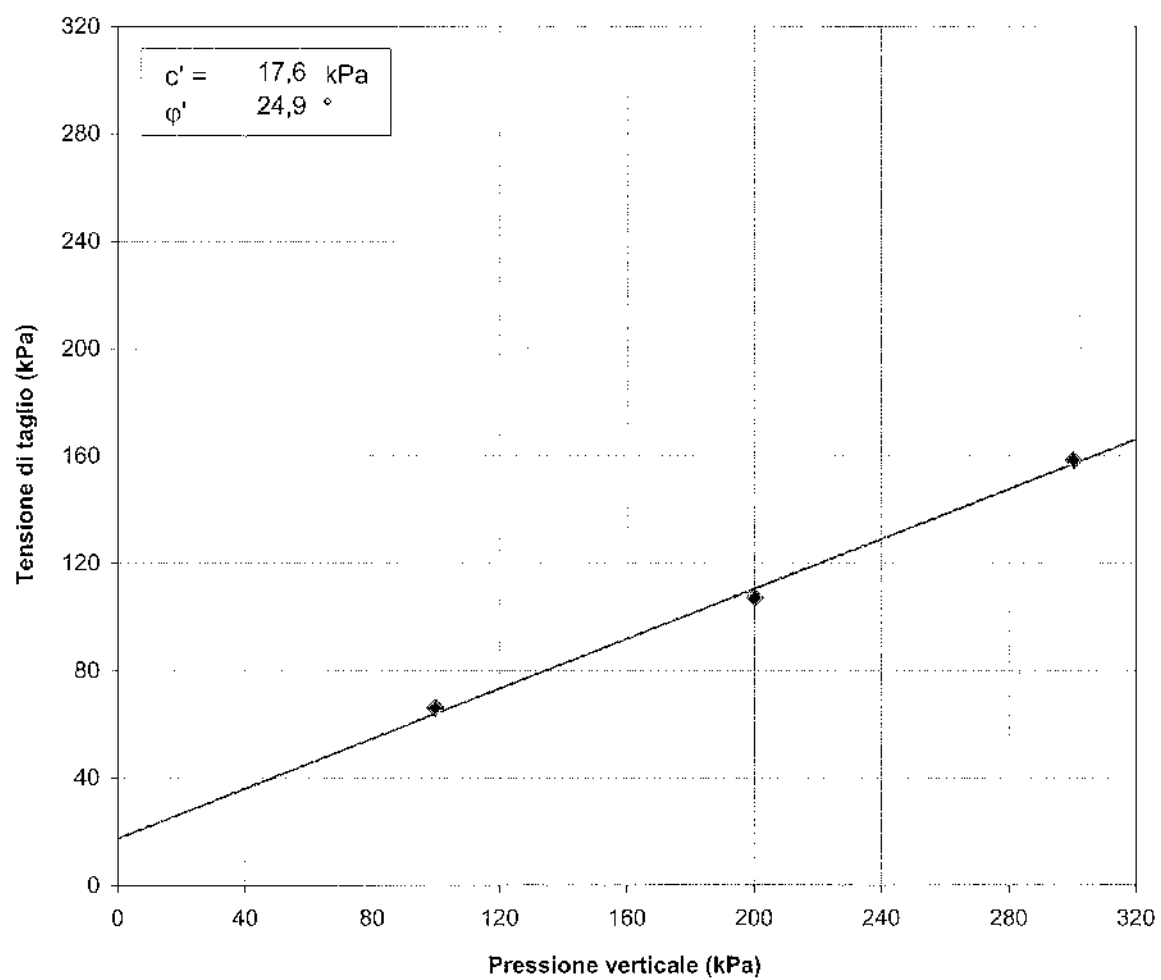
Direttore Laboratorio
Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO



Identificazione campione

DOC PA 8.13/21 ED01/20

SETTORE "A"

Accettazione:

0567-2022

Prot. Terre: 0893-2022

Data:

01-09-2022

Data: 09-09-2022

Richiedente:

EXPAND S.r.l.

Proprietario:

SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere:

Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale
 FURCI (CH)

IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO (ASTM D 2488 -00)

CARATTERI IDENTIFICATIVI			
Sondaggio P5	Campione C3	Profondità mt da P.C.	1,50-2,00
Massa (Kg)	3,92	Diametro (cm)	8
Condizione del campione estruso	Buone	Lunghezza (cm)	41,00
Classe di qualità	Q5	Tipo Campione	Indisturbato
Data Prelievo:	30-08-2022	Data Prova:	02-09-2022
PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE			
Pocket Penetrometer Test (kg/cmq)	4,2 - 4,0	Pocket Vane test (Kg/cmq)	1,7 - 1,8

CARATTERISTICHE VISIVE

Limo argilloso consistente e leggermente plastico. Colore marrone-olivastro.

COLORE (Tavola di Munsell)

2,5Y 4/3 OLIVE BROWN

FOTO DEL CAMPIONE

Foto non richiesta

Spesimentatore
 Dr. Geol. Paolo PAONE

Direttore laboratorio
 Dr. Ing. Paolo PANICO

Grandezze indici

Raccomandazioni UNI 10013 - ASTM D 2937 - ASTM D2216

DOC PA 8.13/02 - ED 01/20

Settore "A"

Accettazione n. 0567-2022
del 01-09-2022

Prot. Terre: 0893-2022
Data: 09-09-2022

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

Identificativo campione

Sondaggio	Campione	Profondità mt pc	Tipo campione
P5	C3	1,50-2,00	Indisturbato
Data prelievo:	30-08-2022	Data prova:	02-09-2022
Classe di Qualità:	Q5		

Espressione dei risultati

Grandezze rilevate in laboratorio		Valori		Unità di misura	Valori medi
		1°	2°		
Gn	Peso volume naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005)	1,90	1,91	g/cmc	1,90
G	Peso specifico dei granuli (UNI 10013)	2,69	2,70	g/cmc	2,70
W	Contenuto di acqua naturale (ASTM 2216)	23,65	22,87	%	23,26

Grandezze derivate analiticamente

Gd	Peso volume secco	1,53	1,55	g/cmc	1,54
P	Porosità	42,98	42,51	%	42,75
e	Indice dei vuoti	0,75	0,74	---	0,75
S	Grado di saturazione	84,41	83,49	%	83,96
Gs	Peso volume saturo	1,96	1,98	g/cmc	1,97
G'	Peso volume sommerso	0,96	0,98	g/cmc	0,97

Spesimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore laboratorio
Dr. Ing. Tullio PANICO

Prova di Taglio diretto

DOC PA 8.13/6-3 - ED 01/20

ASTM D3080-98

Settore "A"

Accettazione n. 0567-2022
 del 01-09-2022

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Prot.Terre: 0893-2022
 Data: 09-09-2022
 Pagina: 1

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	TIPO CAMPIONE	CLASSE QUALITA'
P5	C3	1,50-2,00	Indisturbato	Q5
Data Preleva:	30-08-2022	Data Prova:	02-09-2022	

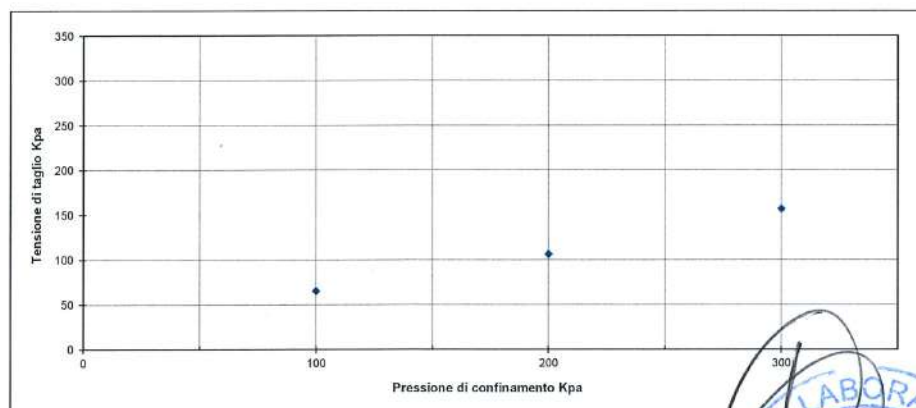
N° MACCHINE DI TAGLIO
10 11 12

TIPO DI PROVA	Consolidata drenata
VELOCITA' DI PROVA	0,02 mm/min
GEOMETRIA PROVINO	SCATOLA A SEZIONE QUADRATA DI LATO 60X60 mm

Parametri meccanici a rottura

	Pressione di consolid.	Unità di misura	Consolidazione (ore)	Pressione di rottura	Unità di misura
Provino 1	100	kPa	24	65,2	kPa
Provino 2	200	kPa	24	106,1	kPa
Provino 3	300	kPa	24	156,8	kPa

	Peso volume naturale			Contenuto d'acqua naturale			Altezza provino		
	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale	Unità di misura
Provino 1	1,90	1,95	g/cm³	23,84	23,32	%	20,00	19,42	mm
Provino 2	1,91	1,98	g/cm³	22,18	19,84	%	20,00	18,90	mm
Provino 3	1,90	2,01	g/cm³	21,40	17,74	%	20,00	18,35	mm



Spesimentatore
 Dr. Geo. Davide BAONE



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Settore "A"

Richiedente: EXPAND S.r.l.

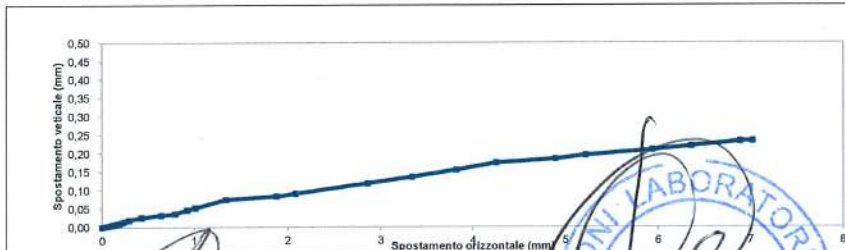
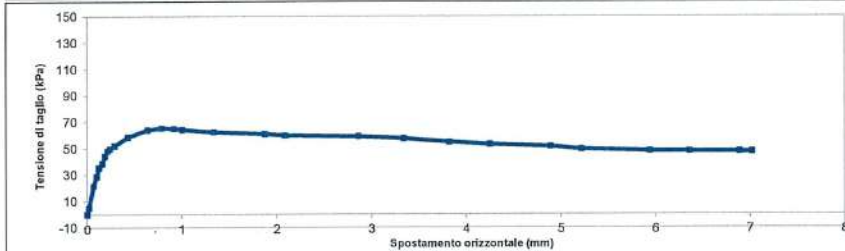
Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

PROVINO 1 $\sigma_v = 100 \text{ kPa}$

Pagina: 2

ELABORAZIONE DATI				
Tempo trascorso (sec)	Forza orizzontale (kg)	Spostamento Orizzontale (mm)	Spostamento Verticale (mm)	Tensione di Taglio (kPa)
0	0,000	0,00	0,000	0,00
960	1,685	0,02	0,001	4,68
1920	7,703	0,07	0,002	21,40
2880	10,312	0,10	0,004	28,64
3840	12,746	0,12	0,006	35,41
4800	13,884	0,16	0,007	38,57
5760	15,930	0,19	0,009	44,25
6720	17,310	0,22	0,012	48,08
7680	17,873	0,24	0,015	49,65
8640	18,721	0,29	0,018	52,00
9600	21,076	0,43	0,026	58,54
10560	22,951	0,64	0,032	63,75
11520	23,486	0,79	0,036	65,24
12480	23,399	0,92	0,046	65,00
13440	23,106	1,01	0,052	64,18
14400	22,396	1,34	0,074	62,21
15360	21,837	1,88	0,083	60,66
16320	21,472	2,09	0,090	59,65
17280	21,178	2,86	0,117	58,83
18240	20,654	3,34	0,136	57,37
19200	19,613	3,82	0,155	54,48
20160	19,068	4,25	0,174	52,97
21120	18,423	4,89	0,185	51,17
22080	17,729	5,22	0,195	49,25
23040	17,225	5,84	0,209	47,85
24000	17,161	6,36	0,219	47,67
25400	17,070	6,89	0,232	47,42
28800	16,988	7,02	0,233	47,19



Sperimentatore
 Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore Laboratorio
 Dr. Ing. Giulio PANICO



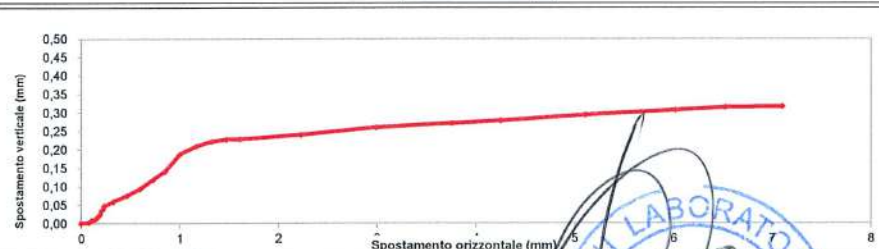
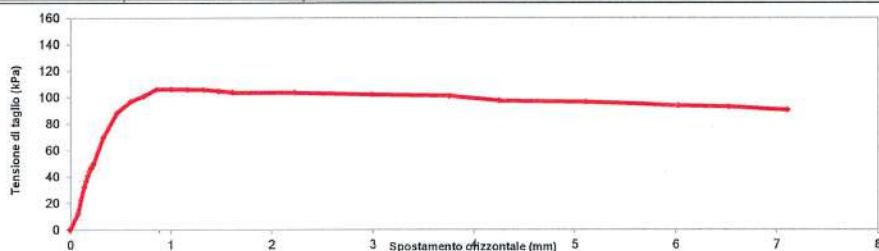
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Settore "A"

Richiedente: EXPAND S.r.l.
Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.
Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

PROVINO 2 $\sigma_v=200$ kPa

Pagina: 3

ELABORAZIONE DATI				
Tempo trascorso (sec)	Forza orizzontale (kg)	Spostamento Orizzontale (mm)	Spostamento Verticale (mm)	Tensione di Taglio (kPa)
0	0,000	0,00	0,000	0,00
960	4,440	0,08	0,003	12,33
1920	8,185	0,11	0,008	22,74
2880	11,580	0,14	0,011	32,17
3840	13,254	0,16	0,014	36,82
4800	14,706	0,18	0,019	40,85
5760	15,890	0,19	0,024	44,14
6720	16,824	0,21	0,034	46,73
7680	17,554	0,23	0,039	48,76
8640	17,952	0,24	0,047	49,87
9600	25,129	0,33	0,059	69,80
10560	31,742	0,47	0,075	88,17
11520	34,905	0,60	0,094	96,96
12480	36,294	0,73	0,119	100,82
13440	38,119	0,86	0,141	105,89
14400	38,189	1,00	0,187	106,08
15360	38,147	1,17	0,209	105,96
16320	38,083	1,32	0,222	105,79
17280	37,679	1,47	0,227	104,66
18240	37,293	1,61	0,228	103,59
19200	37,243	2,23	0,240	103,45
20160	36,716	2,99	0,260	101,99
21120	36,271	3,76	0,272	100,75
22080	35,037	4,25	0,279	97,32
23040	34,673	5,11	0,294	96,31
24000	33,688	6,02	0,307	93,58
26400	33,366	6,53	0,315	92,68
28800	32,526	7,11	0,317	90,35



Spesimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore laboratorio
Dr. Ing. Tullio PANICO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Settore "A"

Richiedente: EXPAND S.r.l.

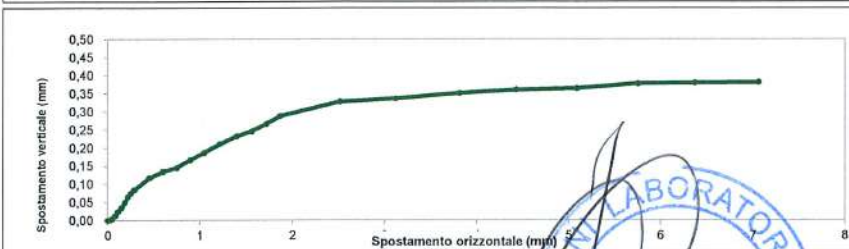
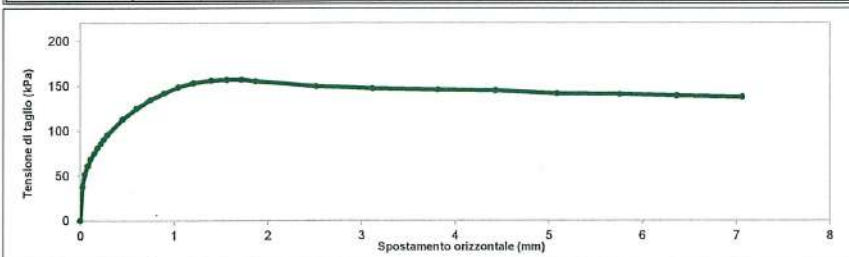
Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

PROVINO 3 $\alpha_v=300$ kPa

Pagina: 4

ELABORAZIONE DATI				
Tempo trascorso (sec)	Forza orizzontale (kg)	Spostamento Orizzontale (mm)	Spostamento Verticale (mm)	Tensione di Taglio (kPa)
0	0,000	0,00	0,000	0,00
960	13,509	0,03	0,002	37,52
1920	18,535	0,05	0,005	51,49
2880	21,975	0,08	0,013	61,04
3840	24,718	0,11	0,024	68,66
4800	26,957	0,15	0,035	74,88
5760	29,093	0,18	0,050	80,81
6720	30,902	0,22	0,066	85,84
7680	32,518	0,25	0,075	90,33
8640	34,342	0,29	0,085	95,39
9600	40,599	0,45	0,118	112,77
10560	44,884	0,60	0,136	124,68
11520	48,295	0,75	0,146	134,15
12480	50,994	0,90	0,167	141,65
13440	53,425	1,05	0,187	148,40
14400	55,095	1,21	0,211	153,04
15360	56,122	1,40	0,233	155,89
16320	56,389	1,56	0,246	156,64
17280	56,455	1,72	0,266	156,82
18240	55,800	1,87	0,288	155,00
19200	53,770	2,52	0,328	149,36
20160	52,872	3,12	0,336	146,87
21120	52,362	3,82	0,351	145,45
22080	52,091	4,43	0,361	144,70
23040	50,828	5,09	0,365	141,19
24000	50,520	5,76	0,377	140,33
26400	49,965	6,37	0,380	138,79
28800	49,489	7,06	0,382	137,47



Sperimentatore
Dr. Geol. Davide FAONE

Direttore laboratorio
Dr. Ing. Tullio FANICO

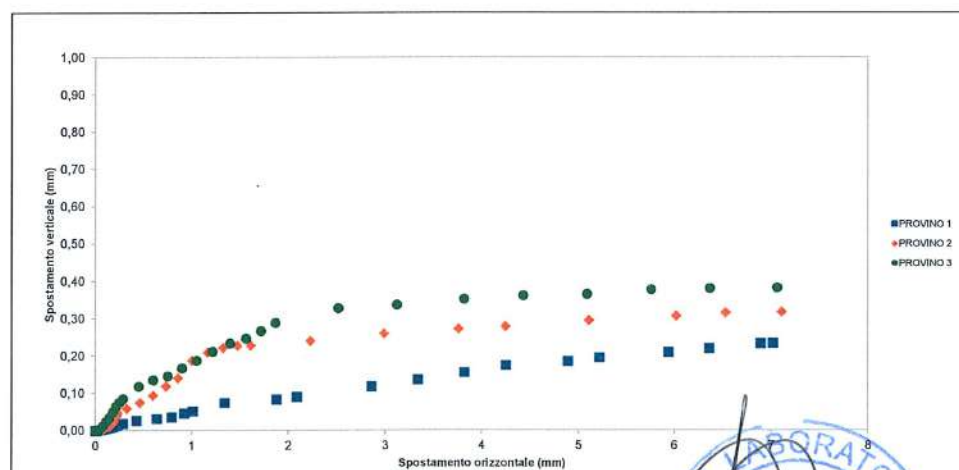
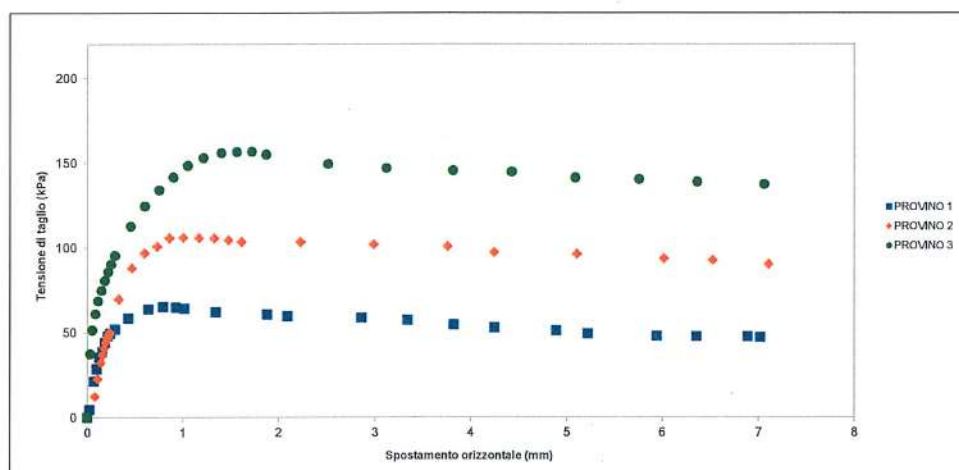
PROVA DI TAGLIO DIRETTO
 Settore "A"

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

Pagina: 5



Sperimentatore
 Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore laboratorio
 Dr. Ing. Fulvio PANICO

Prova di Taglio diretto

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

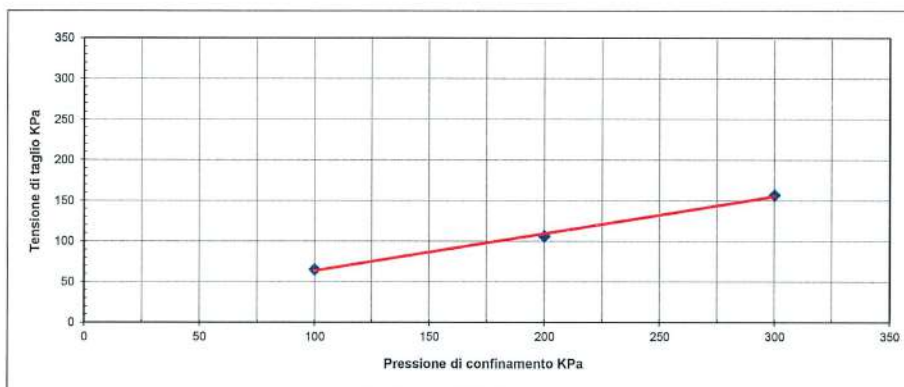
Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	TIPO CAMPIONE	CLASSE QUALITA'
P5	C3	1,50-2,00	Indisturbato	Q5

TIPO DI PROVA	Consolidata drenata
VELOCITA' DI PROVA	0,02 mm/min

Parametri meccanici a rottura

	Pressione di consolid.	Unita' di misura	Consolidazione (ore)	Pressione di rottura	Unita di misura
Provino 1	100	KPa	24	65,2	KPa
Provino 2	200	KPa	24	106,1	KPa
Provino 3	300	KPa	24	156,8	KPa



Risultati:

$\Phi' =$	24,6 °
$c' =$	17,8 KPa

Identificazione campione

DOC PA 8.13/21 ED01/20

SETTORE "A"

Accettazione: 0567-2022
 Data: 01-09-2022

Prof. Terre: 0894-2022
 Data: 09-09-2022

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico
 della potenza nominale di 45,994 MW con relative
 opere di connessione rete elettrica nazionale
 FURCI (CH)

IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO (ASTM D 2488 -00)

CARATTERI IDENTIFICATIVI			
Sondaggio P7	Campione C4	Profondità mt da P.C.	1,50-2,00
Massa (Kg)	3,11	Diametro (cm)	8
Condizione del campione estruso	Buone	Lunghezza (cm)	35,00
Classe di qualità	Q5	Tipo Campione	Indisturbato
Data Prelievo:	31-08-2022	Data Prova:	02-09-2022
PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE			
Pocket Penetrometer Test (kg/cm ²)	****	Pocket Vane test (Kg/cm ²)	****

CARATTERISTICHE VISIVE

Limo sabbioso da poco a mediamente consistente. Colore marrone-olivastro.

COLORE (Tavola di Munsell)

2,5Y 4/3 OLIVE BROWN

FOTO DEL CAMPIONE

Foto non richiesta

Sperimentatore
 Dr. Geol. Daniele FAONE

Direttore Laboratorio
 Dr. Ing. Ubaldo PANICO

Grandezze indici

Raccomandazioni UNI 10013 - ASTM D 2937 - ASTM D2216

DOC PA 8.13/02 - ED 01/20

Settore "A"

Accettazione n. **0567-2022**
del **01-09-2022**

Prot. Terre: **0894-2022**
Data: **09-09-2022**

Richiedente: **EXPAND S.r.l.**

Proprietario: **SOC. ARAN 1 S.r.l.**

Cantiere: **Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)**

Identificativo campione

Sondaggio	Campione	Profondità mt pc	Tipo campione
P7	C4	1,50-2,00	Indisturbato
Data prelievo:	31-08-2022	Data prova:	02-09-2022
Classe di Qualità:	Q5		

Espressione dei risultati

Grandezze rilevate in laboratorio		Valori		Unità di misura	Valori medi
		1°	2°		
Gn	Peso volume naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005)	1,76	1,78	g/cmc	1,77
G	Peso specifico dei granuli (UNI 10013)	2,68	2,69	g/cmc	2,69
W	Contenuto di acqua naturale (ASTM 2216)	12,96	13,38	%	13,17

Grandezze derivate analiticamente

Gd	Peso volume secco	1,56	1,57	g/cmc	1,56
P	Porosità	41,86	41,79	%	41,82
e	Indice dei vuoti	0,72	0,72	---	0,72
S	Grado di saturazione	48,22	50,16	%	49,19
Gs	Peso volume saturo	1,98	1,98	g/cmc	1,98
G'	Peso volume sommerso	0,98	0,98	g/cmc	0,98

Sperimentatore
Dr. Geol. Daniele PAONE

Direttore laboratorio
Ing. Tullio PANICO

Prova di Taglio diretto

DOC PA 8.13/6-3 - ED 01/20

ASTM D3080-98

Settore "A"

Accettazione n. 0567-2022

del 01-09-2022

Richiedente: EXPAND S.r.l.

Proprietario: SOC. ARAN 1 S.r.l.

Cantiere: Realizzazione e gestione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 45,994 MW con relative opere di connessione rete elettrica nazionale FURCI (CH)

Prof.Terre: 0894-2022

Data: 09-09-2022

Pagina: 1

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	TIPO CAMPIONE	CLASSE QUALITA'
P7	C4	1,50-2,00	Indisturbato	Q5
Data Prelievo:	31-08-2022	Data Prova:	02-09-2022	

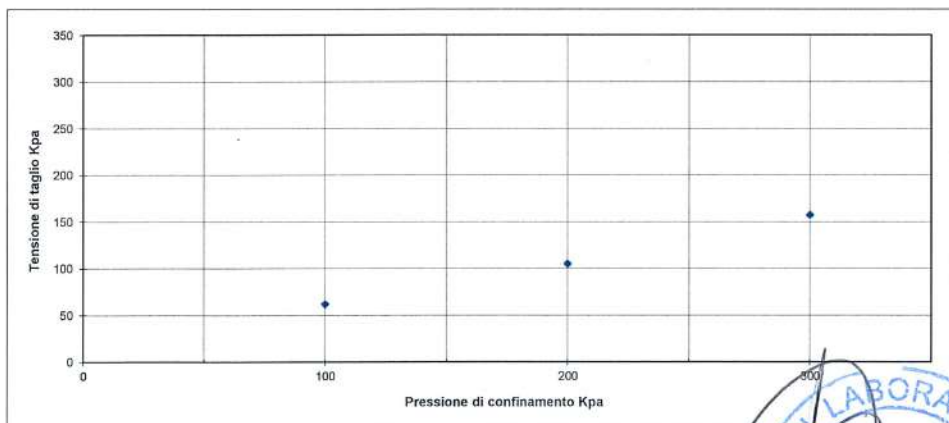
N° MACCHINE DI TAGLIO
3 4 5

TIPO DI PROVA	Consolidata drenata
VELOCITA' DI PROVA	0,02 mm/min
GEOMETRIA PROVINO	SCATOLA A SEZIONE QUADRATA DI LATO 60X60 mm

Parametri meccanici a rottura

	Pressione di consolid.	Unità di misura	Consolidazione (ore)	Pressione di rottura	Unità di misura
Provino 1	100	kPa	24	62,0	kPa
Provino 2	200	kPa	24	104,9	kPa
Provino 3	300	kPa	24	157,3	kPa

	Peso volume naturale			Contenuto d'acqua naturale			Altezza provino		
	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale	Unità di misura	Iniziale	Finale	Unità di misura
Provino 1	1,76	1,84	g/cm³	14,27	13,74	%	20,00	19,09	mm
Provino 2	1,78	1,90	g/cm³	12,64	10,90	%	20,00	18,45	mm
Provino 3	1,77	1,92	g/cm³	13,73	12,18	%	20,00	18,14	mm



Sperimentatore
 Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore laboratorio
 Dr. Ing. Tullio PANICO

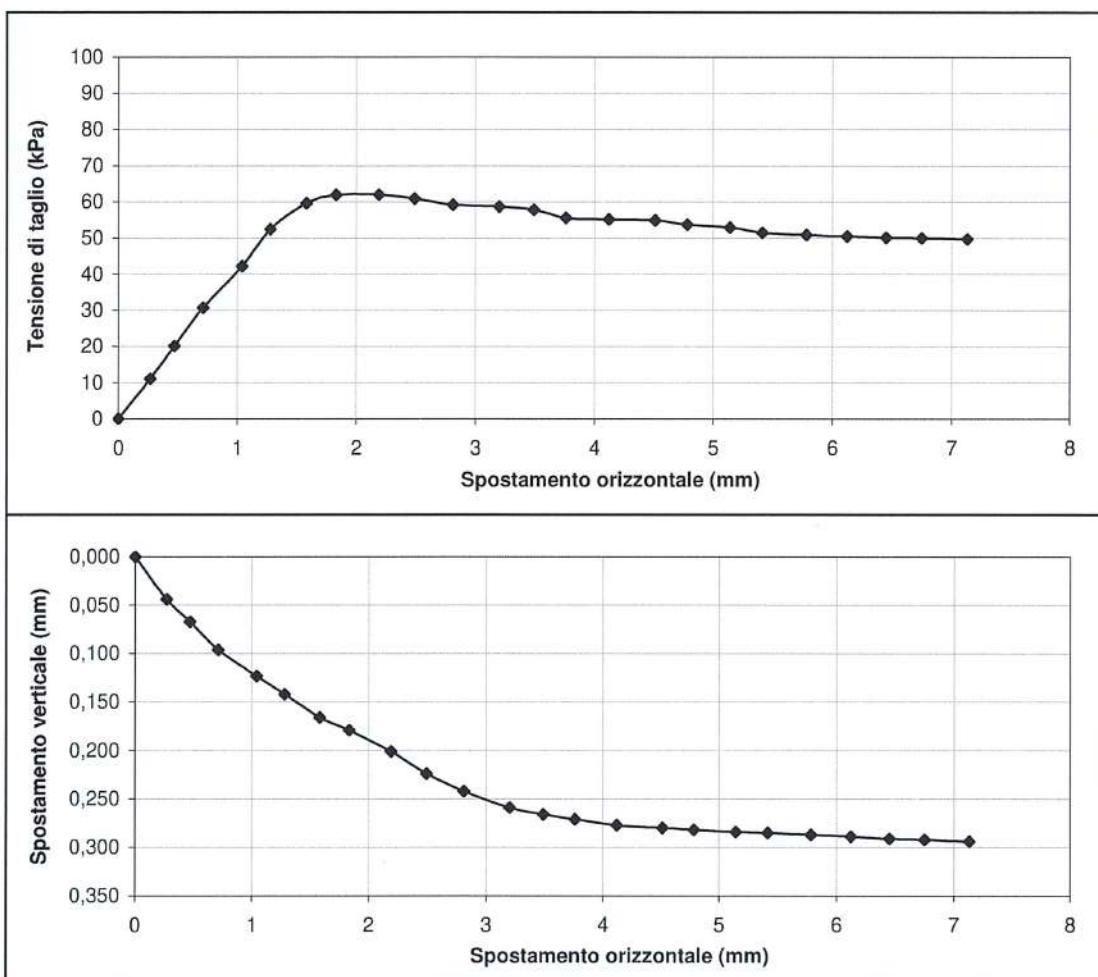
MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO
Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	FURCI (CH)	Profondità di prelievo	1,50-2,00
Progetto	Realizz. Imp. Fotovolt.	Tipo di campione	***
Numero Sondaggio	P7	Orientazione provino	Verticale
Numero Campione	C4		

PROVINO 1

Pressione verticale (kPa) 100



Spesimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore Laboratorio
Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B
Decreto n° 5895 del 18/06/2018

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

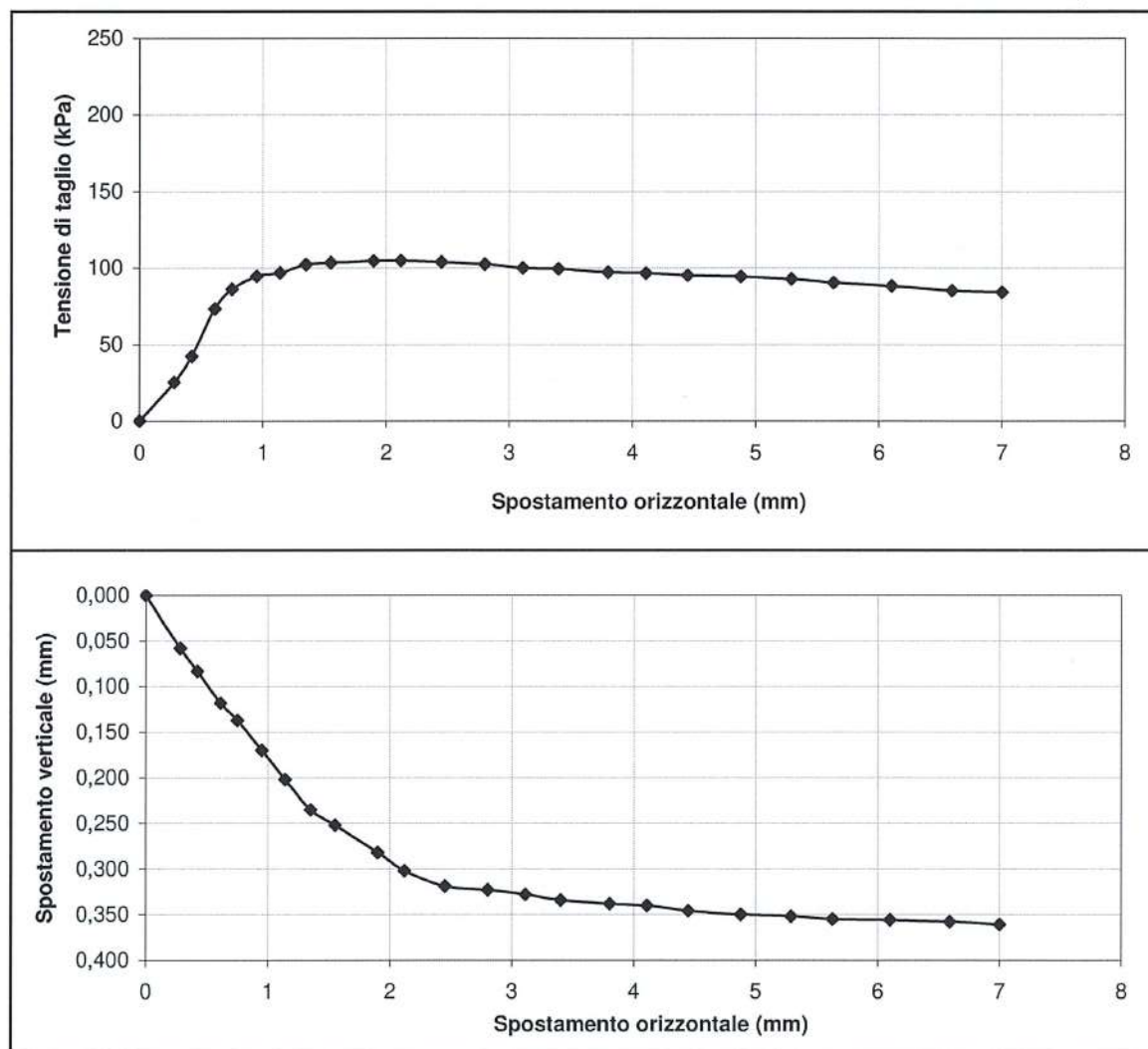
Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	FURCI (CH)	Profondità di prelievo	1,50-2,00
Progetto	Realizz. Imp. Fotovolt.	Tipo di campione	***
Numero Sondaggio	P7	Orientazione provino	Verticale
Numero Campione	C4		

PROVINO 2

Pressione verticale (kPa) 200



Sperimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE



Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

Specimen 2

P7C4

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	FURCI (CH)	Profondità di prelievo	1,50-2,00
Progetto	Realizz. Imp. Fotovolt.	Tipo di campione	***
Numero Sondaggio	P7	Orientazione provino	Verticale
Numero Campione	C4		

PROVINO 3	Pressione verticale (kPa)	300
------------------	----------------------------------	------------

Dati acquisiti				Dati elaborati			
Tempo trascorso (mins)	Spostamento verticale (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Spostamento verticale (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Forza orizzontale (N)	Tensione di taglio (kPa)
16,00	0,063	0,30	104,6	0,063	0,30	104,6	29,1
32,00	0,102	0,45	192,0	0,102	0,45	192,0	53,3
48,00	0,155	0,69	285,3	0,155	0,69	285,3	79,3
64,00	0,203	0,91	352,0	0,203	0,91	352,0	97,8
80,00	0,254	1,19	429,9	0,254	1,19	429,9	119,4
96,00	0,316	1,57	485,4	0,316	1,57	485,4	134,8
112,00	0,347	1,92	519,7	0,347	1,92	519,7	144,4
128,00	0,360	2,17	548,7	0,360	2,17	548,7	152,4
144,00	0,372	2,52	564,2	0,372	2,52	564,2	156,7
160,00	0,379	2,89	566,1	0,379	2,89	566,1	157,3
176,00	0,383	3,19	561,3	0,383	3,19	561,3	155,9
192,00	0,391	3,43	554,3	0,391	3,43	554,3	154,0
208,00	0,394	3,84	549,7	0,394	3,84	549,7	152,7
224,00	0,401	4,15	538,4	0,401	4,15	538,4	149,6
240,00	0,407	4,42	534,8	0,407	4,42	534,8	148,6
256,00	0,410	4,80	530,1	0,410	4,80	530,1	147,3
272,00	0,412	5,13	521,0	0,412	5,13	521,0	144,7
288,00	0,413	5,38	515,0	0,413	5,38	515,0	143,1
304,00	0,415	5,71	507,3	0,415	5,71	507,3	140,9
320,00	0,416	6,11	497,0	0,416	6,11	497,0	138,1
336,00	0,418	6,41	493,2	0,418	6,41	493,2	137,0
352,00	0,419	6,82	488,7	0,419	6,82	488,7	135,8
368,00	0,421	7,09	486,6	0,421	7,09	486,6	135,2

Sperimentatore
Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore Laboratorio
Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B
Decreto n° 5895 del 18/06/2018

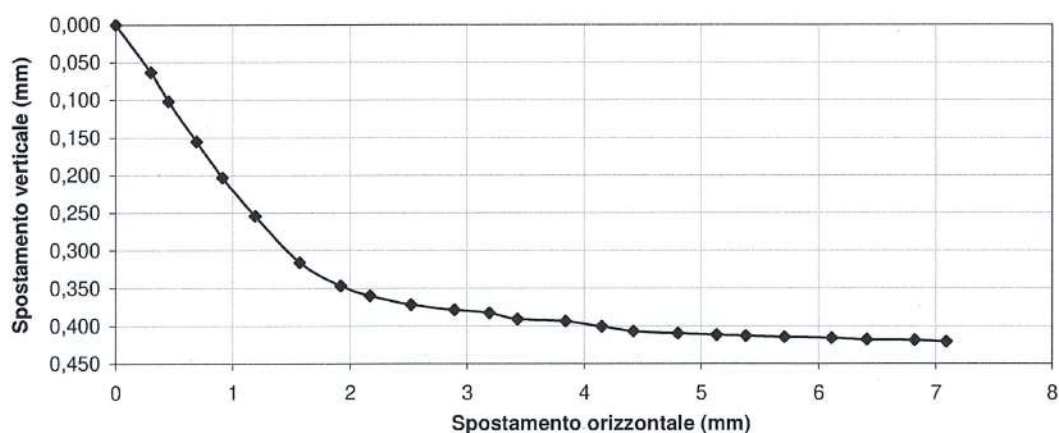
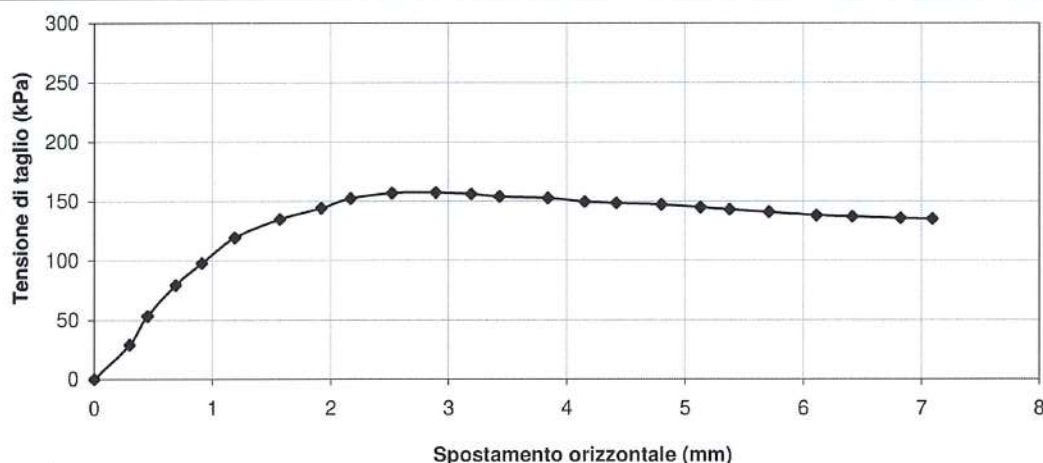
MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO
 Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	FURCI (CH)	Profondità di prelievo	1,50-2,00
Progetto	Realizz. Imp. Fotovolt.	Tipo di campione	***
Numero Sondaggio	P7	Orientazione provino	Verticale
Numero Campione	C4		

PROVINO 3

Pressione verticale (kPa) 300



Spesimatore
 Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore Laboratorio
 Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

Specimen 3

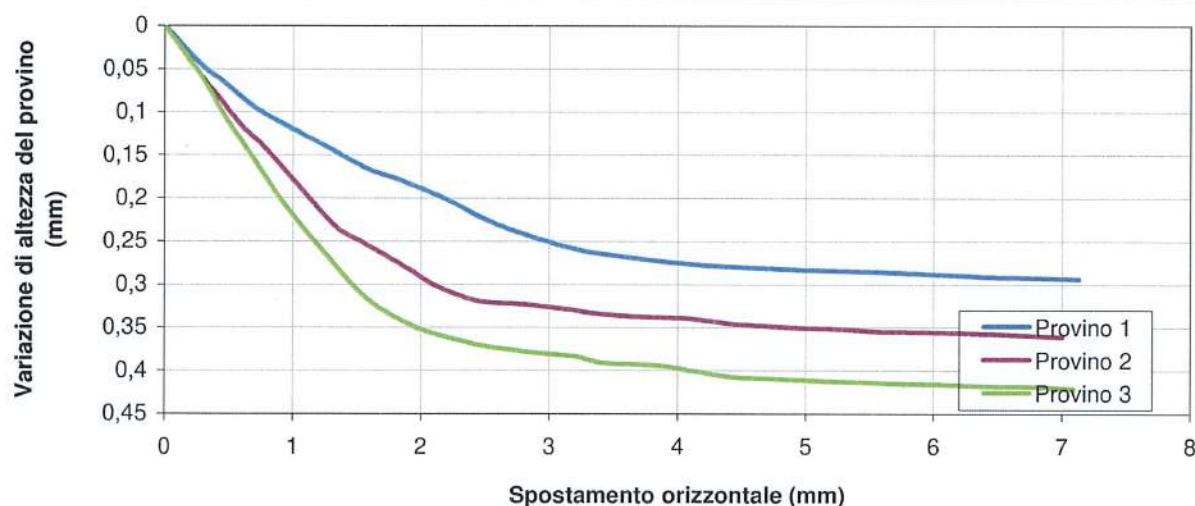
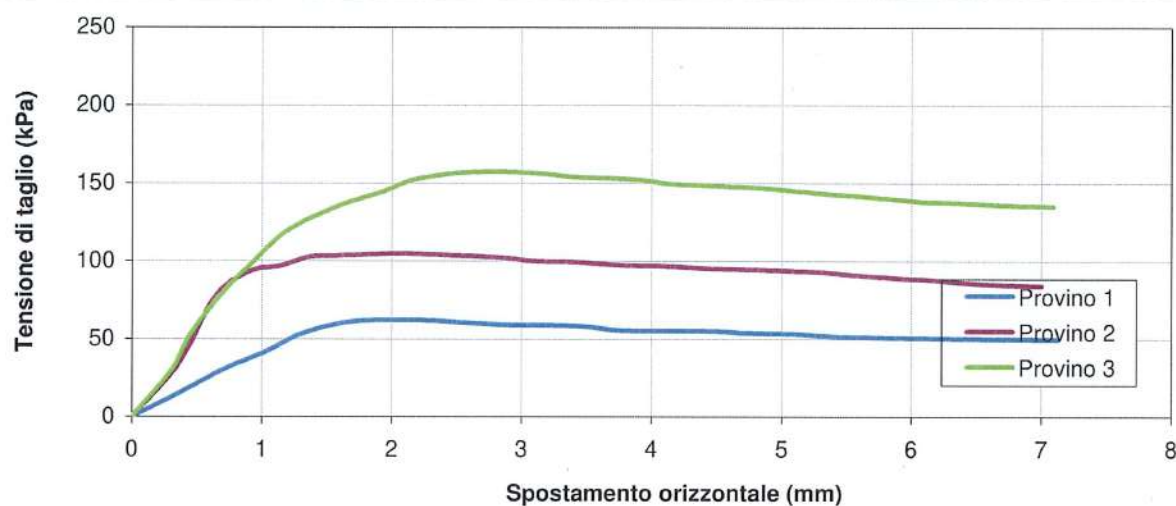
P7C4

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

Serie di prove singole - effettuate secondo BS 1377:1990:Part 7 Sezione 4 (procedura 4.5.4)

RAPPORTO DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Cantiere	FURCI (CH)	Profondità di prelievo	1,50-2,00
Progetto	Realizz. Imp. Fotovolt.	Tipo di campione	***
Numero Sondaggio	P7	Orientazione provino	Verticale
Numero Campione	C4		



Spesimentatore
 Dr. Geol. Davide PAONE

Direttore Laboratorio
 Dr. Ing. Tullio PANICO

Ministero delle Infrastrutture – Concessione Settore A e B

Decreto n° 5895 del 18/06/2018

Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010

MISURA DELLA RESISTENZA AL TAGLIO MEDIANTE APPARECCHIATURA DI TAGLIO DIRETTO

