



# Impianto agrivoltaico avanzato denominato “Portomaggiore Fossa” di potenza pari a 24,97 MWp e relative opere di connessione ricadenti nei Comuni di Portomaggiore e Argenta (FE)

## Relazione Geologica-Geotecnica Sismica



Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Novembre 2025	00	Emissione per Autorizzazione	dott. geol. Borra C.	Marabeti L.; D'Amico G.	Boni Castagnetti F.
Logo Committente e Denominazione Commerciale			ID Documento Committente		
			<b>CoD_098_FV_00065_BCR</b>		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale			ID Documento Appaltatore		
			-		

File name:CoD\_098\_FV\_00065\_BCR - Relazione Geologica-Geotecnica Sismica

## Sommario

Preambolo .....	3
1 Premessa.....	5
2 Caratteri geomorfologici, geolitologici e idrogeologici dell'area interessata dall'intervento .....	7
3 Risultanze delle indagini penetrometriche eseguite in sito e caratterizzazione geotecnica .....	14
4 Risultanze delle indagini sismiche MASW eseguite nell'area d'indagine .....	62
5 Caratteri sismici dell'area di indagine .....	73
6 Conclusioni .....	82
7 Allegati.....	84
7.1 Carta con ubicazione delle prove eseguite in sito (area di impianto) .....	85
7.2 Carta con ubicazione delle prove eseguite in sito (macro area SSU 36/132 kV) .....	86
7.3 Documentazione fotografica delle prove eseguite in situ .....	87

## Preambolo

La presente relazione viene redatta su incarico conferito dalla società **EnviCons S.r.l.** – sede legale in lungo Po Antonelli n° 21, Torino, P.I. 10189620015, incaricata dalla società IREN GREEN GENERATION TECH S.r.l. - tramite la società PESCO S.P.A. -, per la **redazione di uno Studio geologico, geotecnico e sismico** a supporto di un progetto di produzione agro-energetica sostenibile (**c.d. Agrivoltaico**) e **opere connesse (cavidotto 36 kV, nuova sottostazione utente SSU 36/132 kV e relativo cavidotto AT132 kV)**<sup>1</sup>, con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva: 24,97 MWp.
- Superficie catastale delle particelle interessate dalla recinzione di impianto: ~ 48,85 ha.
- Superficie di impianto recintata: 42,33 ha.
- Classificazione architettonica: impianto a terra.
- Ubicazione area di impianto e opere di rete: Regione Emilia-Romagna |Provincia di Ferrara (FE)
  - Comune di Argenta→
    - Area di impianto.
    - Opere di rete:
      - Raccordo AT 380 kV SE 380/132/36 kV “Portomaggiore” alla linea esistente AT 380 kV “Ferrara Focomorto-Ravenna Canala” (Proponente società EG Dante S.r.l.).
  - Comune di Portomaggiore→
    - Area di impianto.
    - Opere di rete:
      - Cavidotto di connessione 36 kV.
      - SSU 36/132 kV e relativo cavidotto AT 132 kV.
      - SSU 30/132 kV (Proponente società Alfi Energy S.r.l.).
      - Cavo interrato AT 132 kV alla SE 36/132/380 kV “Portomaggiore” (Proponente società Alfi Energy S.r.l.).
      - Raccordo AT 380 kV SE 380/132/36 kV “Portomaggiore” alla linea esistente AT 380 kV “Ferrara Focomorto-Ravenna Canala” (Proponente società EG Dante S.r.l.).
      - Raccordi AT 132 kV SE 380/132/36 kV “Portomaggiore” alla linea esistente AT 132 kV “CP Portomaggiore-CP Bando” (Proponente società EG Dante S.r.l.).

<sup>1</sup> Le suddette opere dovranno essere integrate, ai fini della connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), con ulteriori infrastrutture di rete di competenza di altri produttori e, in particolare:

- SSU 30/132 kV e relativo cavidotto di connessione a 132 kV → società Alfi Energy S.r.l., titolare di un progetto BESS in corso di procedimento di Autorizzazione Unica di competenza ministeriale;
- SE 380/132/36 kV “Portomaggiore” e relative opere connesse → società EG Dante S.r.l., titolare di Autorizzazione Unica n. DET-AMB-2024-3386 del 14/06/2024 e di benessere TERNA protocollo n. 65511 del 22/06/2023.

- Dati catastali opere in progetto:

- Superficie di impianto recintata:

Comune di Argenta

F. **36** - P.lle 1, 2, 47, 48, 49, 93, 94, 95, 134, 135,  
142, 143, 173, 174, 175, 176, 177, 178.

Comune di Portomaggiore

F. **131** - P.lle 11, 15, 17, 18, 19, 23, 42, 49, 53, 54,  
55, 74, 75, 81, 82, 83, 84, 89, 95, 102, 103,  
106, 107, 124, 146, 149.

- Cavidotto di connessione 36 kV

Comune di Portomaggiore

F. **131, 136, 132, 122, 134, 122A, 135, 141, 153, 157**

- SSU 36/132 kV e cavidotto AT 132 kV:

Comune di Portomaggiore

F. **157** - P.lle 50 e 57.

- Ditta committente: Società IREN GREEN GENERATION TECH S.r.l.

L'obiettivo del presente lavoro è stato la ricostruzione del modello geologico, geotecnico e sismico locale, necessario per la valutazione della compatibilità delle opere previste da progetto con il contesto di pericolosità geomorfologica in esame.

## 1 Premessa

La presente relazione geologica e geotecnica, a supporto di un progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico in corrispondenza di un lotto di terreno sito nei Comuni di Portomaggiore e Argenta (FE) – località Ca' Fossa, fa seguito a un'indagine geologico - tecnica preliminare, finalizzata a **fornire al Progettista dell'intervento utili indicazioni su: i) i termini litologici presenti in sito, ii) le caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti il piano di appoggio delle opere di fondazione in progetto, iii) l'eventuale presenza di fenomeni di dissesto in atto o potenziali (allo stato attuale e alla luce degli interventi in progetto) e iv) le corrette modalità di raccolta e smaltimento delle acque di precipitazione diretta e provenienti dalle aree limitrofe.**

Il terreno interessato dal progetto agrivoltaico, situato nel settore a cavallo tra il confine S del territorio comunale di Portomaggiore e quello N di Argenta, è collocato in una zona ad uso agricolo: il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto esteso su una superficie pari a 42,33 ha circa e un cavidotto di connessione 36 kV, di lunghezza pari a circa 8,6 km. Il progetto prevede inoltre la realizzazione di una Sottostazione Utente di elevazione SSU 36/132 kV situata a circa 5 km a E/SE (in linea d'aria) dal campo agrivoltaico, nel settore SE del Comune di Portomaggiore, in prossimità di Cascina Imperia.

In base a quanto previsto dalle STMG di Terna (codice pratica 202502251), l'impianto sarà connesso in antenna a 132 kV alla futura Stazione Elettrica di trasformazione SE 380/132/36 kV "Portomaggiore".


In particolare, l'impianto sarà collegato tramite cavidotto di connessione interrato 36 kV, di lunghezza pari a circa 8,6 km, su una futura Sottostazione Utente SSU 30/132 kV (di titolarità della società ALFI ENERGY S.r.l.<sup>2</sup>). Tale collegamento prevede la realizzazione di una nuova SSU di elevazione 36/132 kV e la posa di un cavidotto interrato 132 kV, di lunghezza pari a circa 90 metri. La SSU 30/132 kV sarà a sua volta collegata, mediante cavidotto interrato 132 kV, alla nuova Stazione Elettrica SE 380/132/36 kV "Portomaggiore" (di titolarità della società EG Dante S.r.l.)<sup>3</sup>. La nuova SE "Portomaggiore" sarà realizzata con inserimento in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Ferrara Focomorto – Ravenna Canala" e sulla linea RTN a 132 kV "Portomaggiore – Bando".

Nel complesso, l'intervento in progetto comporterà modesti movimenti terra, per i quali andrà prevista la realizzazione di opere di sostegno di tipo ordinario.

L'indagine geologico - tecnica è stata estesa ad un significativo intorno dell'area interessata dall'intervento con il preciso intento di definirne le potenzialità di fruizione in relazione all'assetto territoriale, verificando le condizioni di stabilità, l'eventuale presenza di elementi morfogenici-

<sup>2</sup> Proponente di un impianto BESS attualmente in corso di procedimento di Autorizzazione Unica di competenza ministeriale

<sup>3</sup> già autorizzata con Determinazione dirigenziale ARPAE FE n. DET-AMB-2024-3386 del 14/06/2024 e benestariata da TERNA con prot. n. 65511 del 22/06/2023.

	ID Documento Committente <b>CoD_098_FV_00065_BCR</b>	Pagina 6 / 95
		Numero Revisione
		00

dissestivi e lo stato di fatto, traendone le opportune valutazioni sulla compatibilità degli interventi con la situazione idrogeologica locale.

La presente indagine è eseguita ai sensi de:

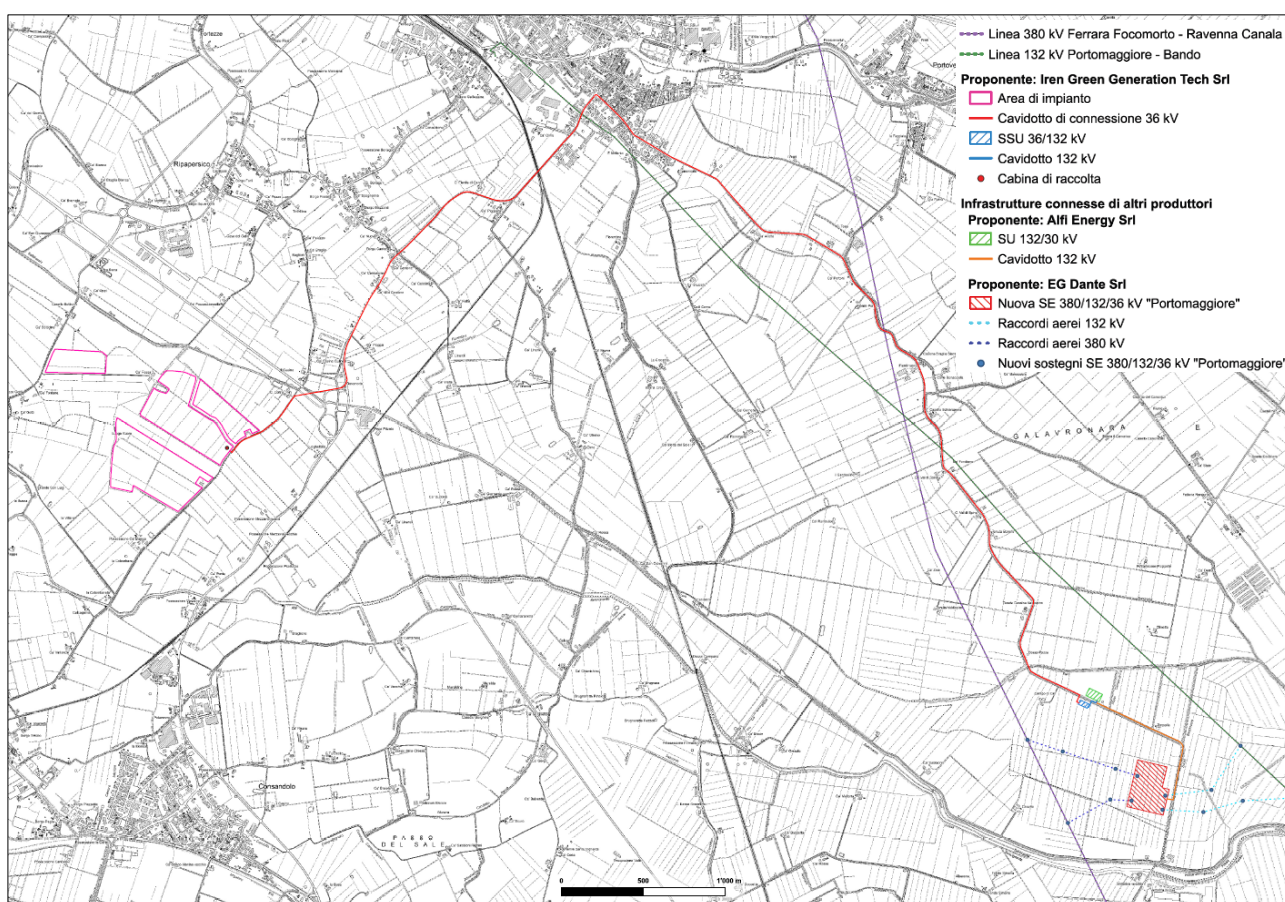
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, che definisce la classificazione sismica del territorio nazionale;
- D.M. delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 Gennaio 2018, Norme tecniche per le costruzioni;
- Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Bacino del Fiume Po;
- Piano Territoriale Regionale della Regione Emilia Romagna;
- Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento della Provincia di Ferrara;
- Piano Urbanistico Generale dell'Unione delle Valli e Delizie – Comuni di Argenta, Ostellato e Portomaggiore;
- Piano Strutturale Comunale in forma associata dei Comuni di Argenta, Migliarino, Ostellato, Portomaggiore e Voghiera.

Preliminarmente all'esecuzione dell'indagine in sito, è stata condotta una ricerca dei dati bibliografici e della cartografia tecnica disponibili riguardanti l'area in oggetto, nonché degli elaborati geologico - tecnici allegati ai vigenti Piani.

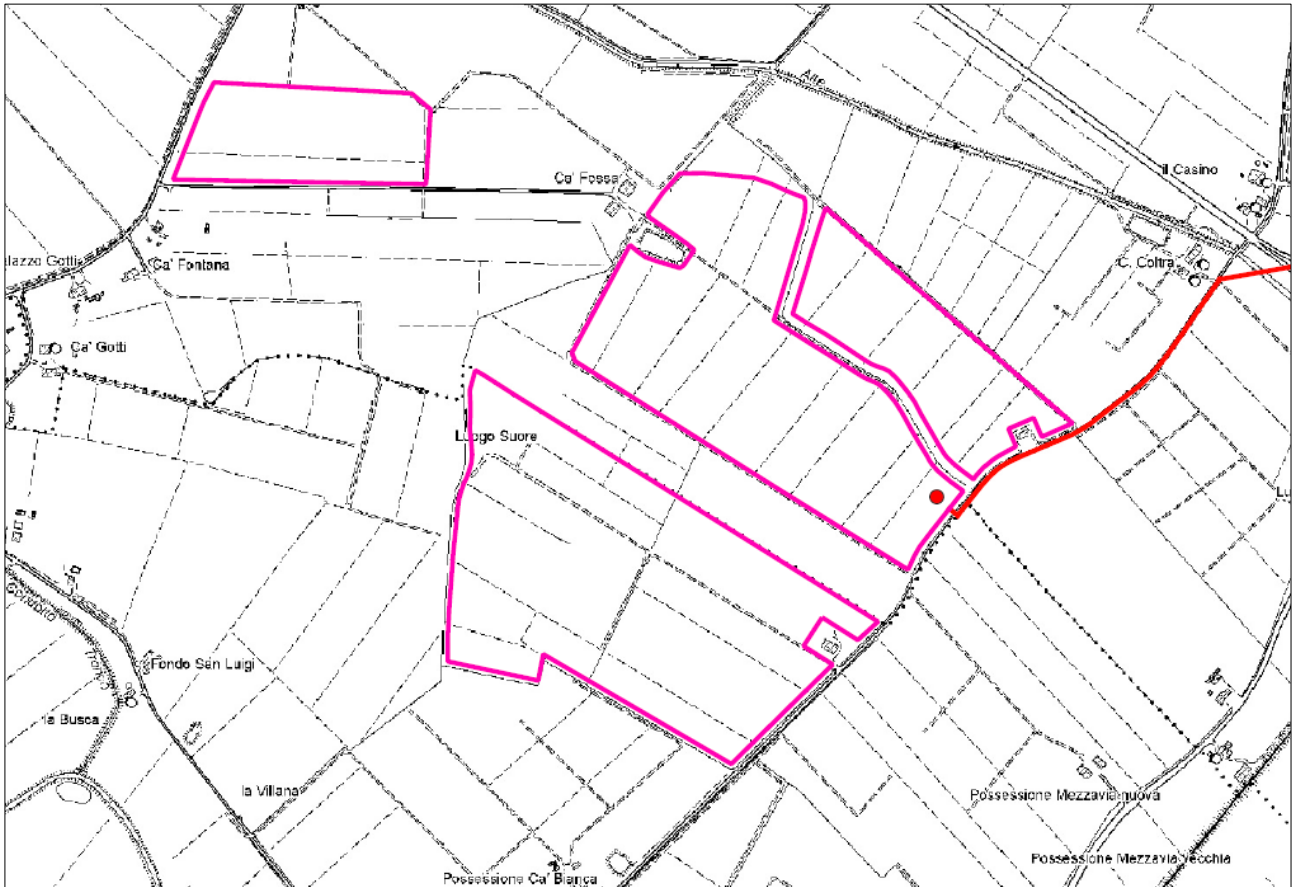
Vengono di seguito esposte alcune note circa le caratteristiche geomorfologiche, geolitologiche, idrogeologiche, idrologiche, geotecniche e sismiche dell'area interessata dal progetto.

## 2 Caratteri geomorfologici, geolitologici e idrogeologici dell'area interessata dall'intervento

L'area oggetto d'indagine ricade nei territori comunali di Portomaggiore e Argenta, nella pianura alluvionale olocenica Ferrarese. Il settore ove è prevista la realizzazione del campo agrivoltaico ricade nella cartografia ufficiale nelle sezioni 204\_103 e 204\_104 della Carta Tecnica Regionale della Regione Emilia-Romagna, alla scala 1:10.000, mentre l'area ove verrà realizzata la stazione SSU 36/132 kV di elevazione ricade nella sezione 204\_113.

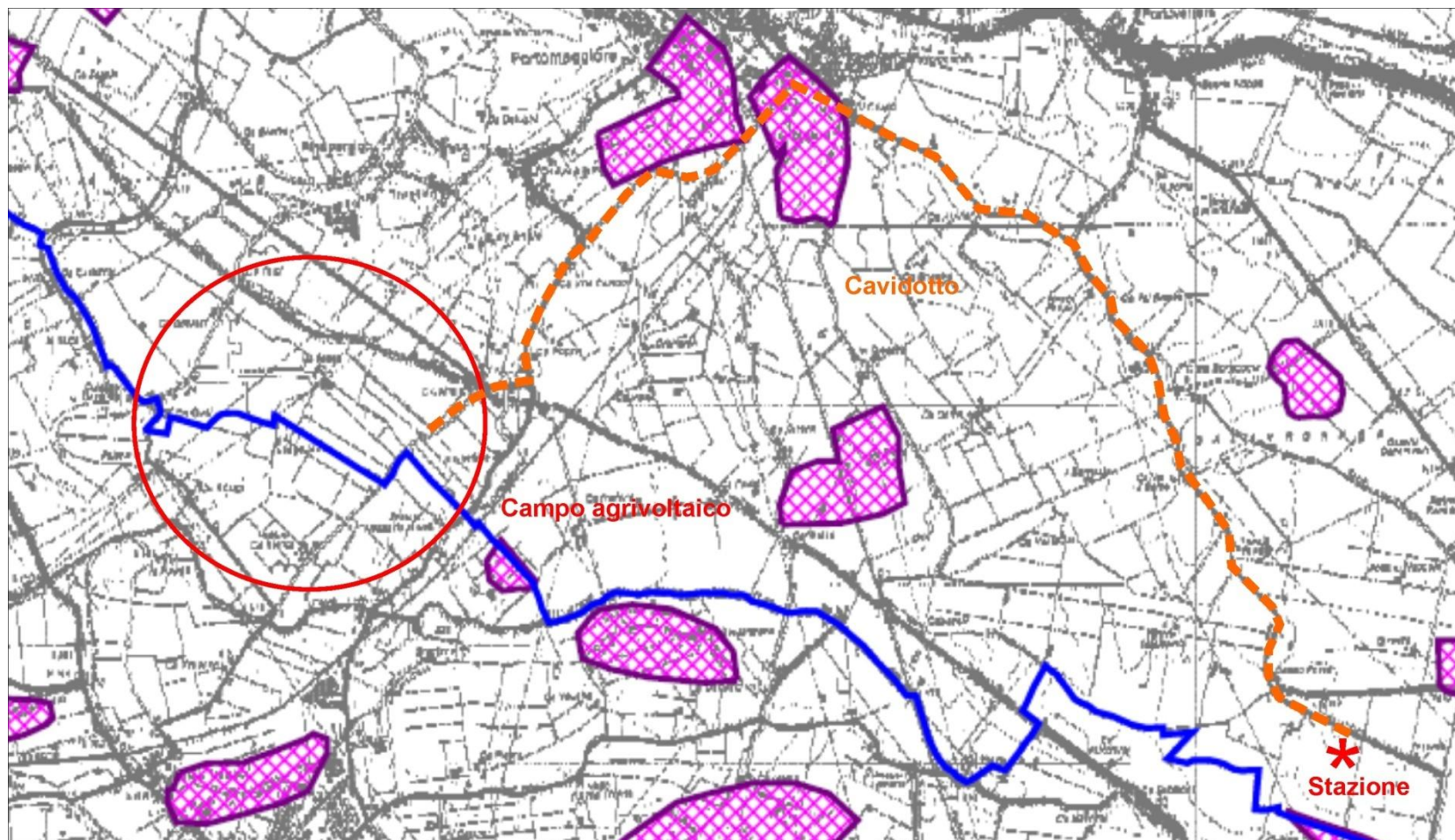


*Figura 1. Ubicazione delle aree di progetto (area di impianto + opere connesse) su CTR 1:10000.*



**Figura 2.** Ubicazione delle aree di progetto: area di impianto (polilinee in magenta), tratto cavidotto di connessione (in rosso), su CTR 1:10000.





**Figura 4.** Estratto della Carta delle Aree Storicamente Allagate del P.S.C., scala 1:50.000, con rappresentazione delle opere in progetto (Cerchio in rosso: areale in cui si trova l'area di impianto, polilinea arancione tratteggiata: cavidotto di connessione 36 kV, asterisco rosso: localizzazione SSU 36/132 kV).

**Nel complesso, dal confronto con la cartografia e le prescrizioni dei piani vigenti, l'intervento in oggetto risulta compatibile con la Normativa Generale.**

**I rilievi eseguiti in sito non hanno evidenziato la presenza, data la disposizione ad acclività molto bassa, di processi di instabilità in atto o potenziali;** si è inoltre verificato come i diversi manufatti presenti nelle immediate vicinanze dell'area in oggetto non manifestino lesioni significative e come la presenza di piccole lesioni in alcuni fabbricati sia, con tutta probabilità, attribuibile ad assestamenti strutturali degli edifici stessi.

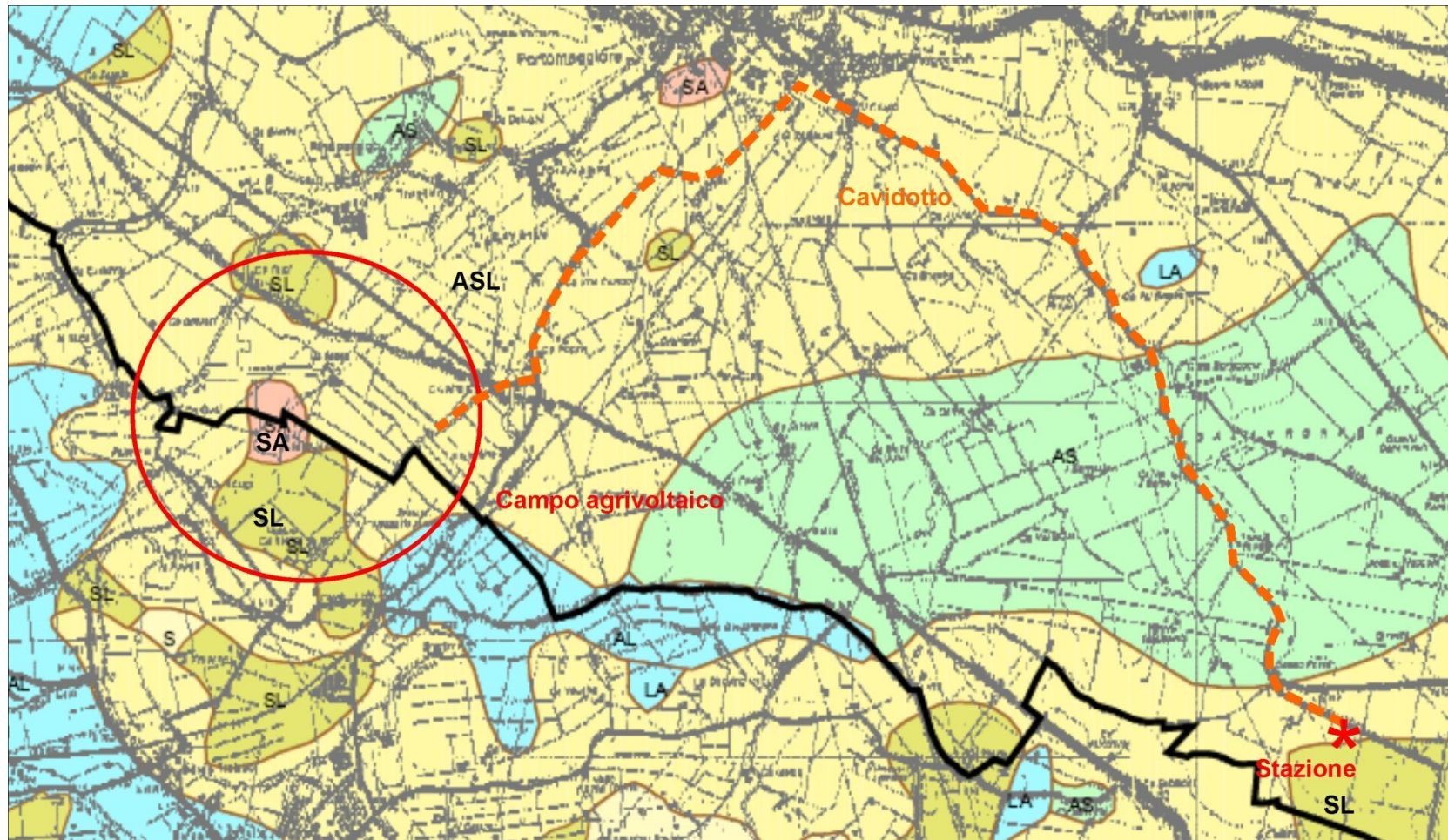
**Alla luce di quanto esposto, l'area in oggetto è da ritenersi complessivamente stabile, escludendo, al momento dell'indagine, fenomeni morfogenici dissestivi in atto o potenziali di particolare entità.**

Solo localmente si potranno presentare modeste e puntuali problematiche geomorfologiche connesse con la variazione della composizione e della potenza del materiale sciolto di copertura e del suo stato di consistenza. Potranno quindi verificarsi fenomeni di piccoli assestamenti legati alla circolazione idrica superficiale e sub-superficiale, anche in settori della zona in esame apparentemente assestati, in tempi più o meno lunghi.

Dal punto di vista geolitologico, in base a quanto riportato nella cartografia tecnica disponibile, si evidenzia che i terreni presenti nelle aree di intervento (area di impianto + opere connesse) sono di origine continentale e sono rappresentati da depositi alluvionali olocenici, aventi granulometria in genere medio – fine (argille sabbioso – limose e subordinate sabbie limose e sabbie argillose).

In sintesi, la sequenza litostratigrafica locale presente nell'area in esame, desunta dalle prove e dai rilievi eseguiti in sito, nonché dai dati di letteratura disponibili, può essere così rappresentata:

- in superficie si riconosce la presenza di un livello di depositi a granulometria fine avente spessore compreso tra 3 e 5 m, da poco a moderatamente consistente;
- al di sotto del suddetto livello si ritrovano depositi a granulometria fine molto consistenti ed aventi grado di consistenza mediamente crescente in funzione della profondità.



**Figura 5.** Estratto della Carta delle Litologie di Superficie del P.S.C., scala 1:50.000. ASL = argille sabbioso – limose, SL = sabbie limose, SA = sabbie argillose. (Cerchio in rosso: areale in cui si trova l'area di impianto, polilinea arancione tratteggiata: cavidotto di connessione 36 kV, asterisco rosso: localizzazione SSU 36/132 kV).

**Dal punto di vista idrogeologico, l'indagine eseguita non ha evidenziato, nell'area (impianto agrivoltaico e opere connesse) e nella zona circostante, la presenza di emergenze idriche (sorgenti), mentre si segnalano alcuni punti di captazione di acque sotterranee (pozzi).**

I terreni presenti nei siti in esame presentano le caratteristiche di un acquifero in grado di ospitare una falda di tipo freatico e multistrato, in quanto i litotipi di origine alluvionale sono caratterizzati da un grado di permeabilità da medio a medio/basso a seconda dei terreni costituenti il sottosuolo.

L'assetto geologico e geomorfologico del territorio costituisce un elemento di controllo sulla distribuzione delle acque nel suolo: in particolare, si evidenzia che la falda ospitata nei terreni in esame, avente carattere superficiale, risulta direttamente connessa con il locale reticolo idrografico.

La superficie libera della falda può subire moderate variazioni di livello durante l'anno a causa dei differenti apporti meteorici e a causa delle attività agricole, stabilizzandosi, nell'area d'intervento, ad una quota di compresa tra 1 e 2 m da p.c.

Secondo quanto dedotto dall'indagine eseguita a scala locale, nonché sulla base degli elaborati progettuali disponibili, si rappresenta che le opere fondazionali dei manufatti in progetto interagiranno con le acque di falda: alla luce di tale considerazione, si evidenzia quindi la necessità di prevedere soluzioni tecniche atte a preservare tali strutture in presenza d'acqua, al fine di assicurarne la sicurezza e la durabilità nel lungo termine.

Relativamente alle misure di tutela della falda freatica rispetto a possibili fenomeni di contaminazione, si precisa che le opere di sostegno infisse nel terreno saranno realizzate con materiali idonei, non soggetti ad alterazioni chimiche in ambiente saturo/insaturo. Inoltre, tutti gli impianti tecnologici contenenti sostanze potenzialmente pericolose (e.g. oli minerali) saranno corredati da sistemi di contenimento dimensionati per prevenire e gestire eventuali sversamenti.

**Dal punto di vista idrologico, si rappresenta che il sito in esame risulta essere soggetto in prevalenza ad un rischio idraulico di grado medio, ponendosi in zone P1 e P2 – bassa e media pericolosità del vigente PGRA.**

Come già evidenziato nelle considerazioni geomorfologiche, si sottolinea che le indagini svolte, le informazioni storiche acquisite, nonché l'analisi della cartografia tecnica disponibile, non hanno evidenziato il verificarsi di fenomeni di esondazione per piene ordinarie e straordinarie di corsi d'acqua principali, minori o artificiali di particolare entità che abbiano coinvolto la zona indagata in tempi recenti.

**Alla luce di quanto sopra indicato, nonché valutata la natura dell'intervento in progetto, si conferma la compatibilità di questo con le condizioni di pericolosità locale, non comportando incrementi del rischio idraulico locale.**

### 3 Risultanze delle indagini penetrometriche eseguite in sito e caratterizzazione geotecnica

I caratteri geotecnici indicativi dei litotipi superficiali presenti nel sito d'indagine sono stati ottenuti mediante l'elaborazione delle risultanze di n. 15 prove penetrometriche dinamiche (n. 14 prove all'interno dell'area d'impianto e 1 prova in corrispondenza della SSU di elevazione 36/132 kV), eseguite con penetrometro DPH pesante (peso massa battente 50 kg), le cui caratteristiche tecniche sono di seguito descritte. Tali prove sono state spinte fino a rifiuto ad una profondità massima di 10,2 m. Di seguito si riportano alcune considerazioni generali.

L'elaborazione dei dati ottenuti in seguito alle suddette prove ha portato alla visualizzazione, sia sottoforma di diagramma che di tabella, del numero dei colpi (N) di penetrazione della punta (avanzamento) e della resistenza dinamica alla punta stessa (Rpd), entrambi in rapporto alla profondità.

L'Rpd risulta correlata al numero dei colpi secondo la Formula Olandese, qui di seguito enunciata:

$$Rpd = M^2H / [A e (M+P)] = M^2HN / [A \square (M+P)]$$

dove:

- Rpd = resistenza dinamica alla punta [area A]
- M = peso della massa battente = 50 kg
- e = infissione per colpo =  $\delta/N$ ;
- P = peso totale delle aste del sistema battuta (dipende dal numero di aste utilizzate durante la l'esecuzione prova)
- $\delta$  = avanzamento punta = 30 cm
- H = Altezza di caduta libera = 0,5 m
- N = N° di colpi punta relativo ad un avanzamento di 30 cm
- A = Area base punta conica = 15 cm<sup>2</sup>

È stata poi eseguita una elaborazione statistica delle prove penetrometriche dinamiche effettuate (valori medi, minimi, massimi, scarto quadratico medio, etc.), che ha permesso una correlazione dei valori di N penetrometrico con i corrispondenti valori di N<sub>spt</sub>. Questi ultimi risultano essere più facilmente interpretabili, essendo disponibile una notevole e specifica bibliografia relativa ad essi.

Poiché non esiste una standardizzazione delle procedure di esecuzione di tali prove, i valori sono stati convertiti in valori equivalenti di SPT, attraverso un coefficiente di correlazione fornito dai produttori della strumentazione penetrometrica utilizzata.

Tale coefficiente, definito  $\beta_t$  (Coefficiente Teorico di Energia), viene calcolato nel seguente modo:

$$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,71$$

Un'ulteriore e più approfondita elaborazione ha permesso la stesura delle tavole d'interpretazione geotecnica delle prove effettuate indicante, dopo una preliminare differenziazione a seconda della

natura granulare o coesiva del terreno in esame, i valori dei principali parametri, definiti per ogni differente strato, dedotti da note correlazioni con quelli del numero dei colpi (N) di penetrazione della punta (avanzamento).

Si riportano, di seguito, i parametri geotecnici, da attribuire ai vari terreni, desunti indirettamente dall'elaborazione delle prove eseguite dallo scrivente nelle aree indagate e confermati da valori tabellari, nonché dall'analisi del materiale bibliografico disponibile. Si rappresenta che i valori di seguito riportati sono stati ricavati mediando i valori ottenuti dall'elaborazione delle prove di profondità all'interno degli stessi livelli, ed escludendo quei valori che si discostavano eccessivamente dalla media di ogni singolo strato.

### PROVA P1

Strumento utilizzato DPH  
Prova eseguita in data 12/08/2025  
Profondità prova 10,20 m  
Falda rilevata  
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	7	0,853	25,91	30,38	1,30	1,52
0,60	7	0,847	25,73	30,38	1,29	1,52
0,90	10	0,842	36,52	43,40	1,83	2,17
1,20	3	0,836	10,25	12,25	0,51	0,61
1,50	2	0,831	6,79	8,17	0,34	0,41
1,80	3	0,826	10,13	12,25	0,51	0,61
2,10	5	0,822	15,85	19,29	0,79	0,96
2,40	5	0,817	15,76	19,29	0,79	0,96
2,70	5	0,813	14,85	18,27	0,74	0,91
3,00	7	0,809	20,69	25,58	1,03	1,28
3,30	5	0,805	14,71	18,27	0,74	0,91
3,60	6	0,801	17,56	21,93	0,88	1,10
3,90	8	0,797	22,14	27,78	1,11	1,39
4,20	9	0,794	24,80	31,25	1,24	1,56
4,50	11	0,790	30,19	38,19	1,51	1,91
4,80	14	0,737	34,13	46,30	1,71	2,31
5,10	17	0,734	41,26	56,22	2,06	2,81
5,40	19	0,731	43,84	59,97	2,19	3,00
5,70	21	0,678	44,96	66,29	2,25	3,31
6,00	22	0,675	46,91	69,44	2,35	3,47
6,30	24	0,673	48,76	72,46	2,44	3,62
6,60	25	0,670	50,60	75,48	2,53	3,77
6,90	26	0,668	52,44	78,50	2,62	3,93
7,20	30	0,666	60,29	90,58	3,01	4,53
7,50	28	0,663	53,75	81,02	2,69	4,05
7,80	31	0,611	54,83	89,70	2,74	4,48
8,10	30	0,659	54,94	83,33	2,75	4,17
8,40	25	0,657	45,64	69,44	2,28	3,47
8,70	36	0,605	60,53	100,00	3,03	5,00
9,00	20	0,703	39,08	55,56	1,95	2,78
9,30	21	0,652	36,55	56,09	1,83	2,80

9,60	29	0,650	50,34	77,46	2,52	3,87
9,90	30	0,648	51,94	80,13	2,60	4,01
10,20	30	0,647	49,89	77,16	2,49	3,86

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	Schmertmann (1975)	0,33
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	Schmertmann (1975)	1,26

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	Robertson (1983)	9,36
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	Robertson (1983)	36,10

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	49,53
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	185,89

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	Apollonia	46,80
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	Apollonia	180,50

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	Meyerhof ed altri	1,74
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	Meyerhof ed altri	2,09

### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	Meyerhof ed altri	2,16

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	4,68	Meyerhof (1957)	43,91
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	16,525	Meyerhof (1957)	68

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	4,68	Shioi-Fukuni (1982)	23,38
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	16,525	Shioi-Fukuni (1982)	30,74

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	4,68	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	16,525	(A.G.I.)	0,32

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	4,68	Ohsaki (Sabbie pulite)	277,30
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	16,525	Ohsaki (Sabbie pulite)	907,75

#### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,68	4,80	4,68	Navfac 1971-1982	0,91
[2] - Materiale molto consistente	18,05	10,20	16,525	Navfac 1971-1982	3,42

**PROVA P2**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 12/08/2025  
 Profondità prova 9,90 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	6	0,853	22,21	26,04	1,11	1,30
0,60	6	0,847	22,06	26,04	1,10	1,30
0,90	10	0,842	36,52	43,40	1,83	2,17
1,20	8	0,836	27,33	32,68	1,37	1,63
1,50	4	0,831	13,58	16,34	0,68	0,82
1,80	3	0,826	10,13	12,25	0,51	0,61
2,10	4	0,822	12,68	15,43	0,63	0,77
2,40	2	0,817	6,31	7,72	0,32	0,39
2,70	3	0,813	8,91	10,96	0,45	0,55
3,00	2	0,809	5,91	7,31	0,30	0,37
3,30	3	0,805	8,82	10,96	0,44	0,55
3,60	3	0,801	8,78	10,96	0,44	0,55
3,90	10	0,797	27,68	34,72	1,38	1,74
4,20	5	0,794	13,78	17,36	0,69	0,87
4,50	7	0,790	19,21	24,31	0,96	1,22
4,80	8	0,787	20,82	26,46	1,04	1,32
5,10	6	0,784	15,56	19,84	0,78	0,99
5,40	4	0,781	9,86	12,63	0,49	0,63
5,70	8	0,778	19,65	25,25	0,98	1,26
6,00	7	0,775	17,13	22,10	0,86	1,10
6,30	10	0,773	23,34	30,19	1,17	1,51
6,60	11	0,770	25,59	33,21	1,28	1,66
6,90	14	0,718	30,35	42,27	1,52	2,11
7,20	18	0,716	38,89	54,35	1,94	2,72
7,50	23	0,663	44,15	66,55	2,21	3,33
7,80	23	0,661	44,01	66,55	2,20	3,33
8,10	24	0,659	43,95	66,67	2,20	3,33
8,40	26	0,657	47,47	72,22	2,37	3,61
8,70	28	0,655	50,97	77,78	2,55	3,89
9,00	30	0,653	54,46	83,33	2,72	4,17
9,30	33	0,602	53,03	88,14	2,65	4,41
9,60	29	0,650	50,34	77,46	2,52	3,87
9,90	30	0,648	51,94	80,13	2,60	4,01

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	Schmertmann (1975)	0,29
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	Schmertmann (1975)	1,24

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	Robertson (1983)	8,28
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	Robertson (1983)	35,38

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	44,02
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	182,22

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	Apollonia	41,40
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	Apollonia	176,90

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	Meyerhof ed altri	1,71
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	Meyerhof ed altri	2,09

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod.	4,14	6,60	Meyerhof ed altri	1,87

consistente				
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	Meyerhof ed altri	2,16

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	4,14	Meyerhof (1957)	39,76
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	16,345	Meyerhof (1957)	66,66

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	4,14	Shioi-Fukuni (1982)	22,88
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	16,345	Shioi-Fukuni (1982)	30,66

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	4,14	(A.G.I.)	0,35
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	16,345	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	4,14	Ohsaki (Sabbie pulite)	247,11
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	16,345	Ohsaki (Sabbie pulite)	898,45

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,14	6,60	4,14	Navfac 1971-1982	0,78
[2] - Materiale molto consistente	17,69	9,90	16,345	Navfac 1971-1982	3,38

**PROVA P3**

Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

DPH  
12/08/2025  
9,90 m

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	13	0,803	45,29	56,42	2,26	2,82
0,60	11	0,847	40,44	47,74	2,02	2,39
0,90	13	0,792	44,66	56,42	2,23	2,82
1,20	2	0,836	6,83	8,17	0,34	0,41
1,50	3	0,831	10,19	12,25	0,51	0,61
1,80	3	0,826	10,13	12,25	0,51	0,61
2,10	6	0,822	19,02	23,15	0,95	1,16
2,40	5	0,817	15,76	19,29	0,79	0,96
2,70	4	0,813	11,88	14,62	0,59	0,73
3,00	5	0,809	14,78	18,27	0,74	0,91
3,30	3	0,805	8,82	10,96	0,44	0,55
3,60	5	0,801	14,64	18,27	0,73	0,91
3,90	8	0,797	22,14	27,78	1,11	1,39
4,20	9	0,794	24,80	31,25	1,24	1,56
4,50	10	0,790	27,44	34,72	1,37	1,74
4,80	13	0,737	31,69	42,99	1,58	2,15
5,10	15	0,734	36,41	49,60	1,82	2,48
5,40	16	0,731	36,92	50,51	1,85	2,53
5,70	18	0,728	41,37	56,82	2,07	2,84
6,00	20	0,725	45,80	63,13	2,29	3,16
6,30	20	0,723	43,65	60,39	2,18	3,02
6,60	21	0,670	42,50	63,41	2,13	3,17
6,90	22	0,668	44,37	66,43	2,22	3,32
7,20	23	0,666	46,23	69,44	2,31	3,47
7,50	23	0,663	44,15	66,55	2,21	3,33
7,80	26	0,661	49,75	75,23	2,49	3,76
8,10	29	0,659	53,11	80,56	2,66	4,03
8,40	28	0,657	51,12	77,78	2,56	3,89
8,70	30	0,655	54,61	83,33	2,73	4,17
9,00	31	0,603	51,97	86,11	2,60	4,31
9,30	30	0,652	52,22	80,13	2,61	4,01
9,60	30	0,650	52,08	80,13	2,60	4,01
9,90	29	0,648	50,21	77,46	2,51	3,87

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P3

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	Schmertmann (1975)	0,35
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	Schmertmann (1975)	1,19

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	Robertson (1983)	9,88
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	Robertson (1983)	33,86

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	52,18
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	174,47

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	Apollonia	49,40
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	Apollonia	169,30

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	Meyerhof ed altri	1,76
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	Meyerhof ed altri	2,08

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
-------------	------	------------------	--------------	---

[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	Meyerhof ed altri	2,15

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	4,94	Meyerhof (1957)	45,51
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	15,965	Gibbs & Holtz 1957	37,44

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	4,94	Shioi-Fukuni (1982)	23,61
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	15,965	Shioi-Fukuni (1982)	30,47

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	4,94	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	15,965	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	4,94	Ohsaki (Sabbie pulite)	291,75
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	15,965	Ohsaki (Sabbie pulite)	878,80

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,94	4,80	4,94	Navfac 1971-1982	0,97
[2] - Materiale molto consistente	16,93	9,90	15,965	Navfac 1971-1982	3,31

**PROVA P4**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 12/08/2025  
 Profondità prova 9,60 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	11	0,853	40,71	47,74	2,04	2,39
0,60	12	0,847	44,11	52,08	2,21	2,60
0,90	8	0,842	29,22	34,72	1,46	1,74
1,20	6	0,836	20,50	24,51	1,02	1,23
1,50	3	0,831	10,19	12,25	0,51	0,61
1,80	3	0,826	10,13	12,25	0,51	0,61
2,10	4	0,822	12,68	15,43	0,63	0,77
2,40	6	0,817	18,92	23,15	0,95	1,16
2,70	7	0,813	20,80	25,58	1,04	1,28
3,00	5	0,809	14,78	18,27	0,74	0,91
3,30	9	0,805	26,47	32,89	1,32	1,64
3,60	2	0,801	5,85	7,31	0,29	0,37
3,90	5	0,797	13,84	17,36	0,69	0,87
4,20	6	0,794	16,54	20,83	0,83	1,04
4,50	11	0,790	30,19	38,19	1,51	1,91
4,80	10	0,787	26,03	33,07	1,30	1,65
5,10	18	0,734	43,69	59,52	2,18	2,98
5,40	19	0,731	43,84	59,97	2,19	3,00
5,70	22	0,678	47,10	69,44	2,35	3,47
6,00	21	0,675	44,78	66,29	2,24	3,31
6,30	23	0,673	46,73	69,44	2,34	3,47
6,60	25	0,670	50,60	75,48	2,53	3,77
6,90	26	0,668	52,44	78,50	2,62	3,93
7,20	26	0,666	52,25	78,50	2,61	3,93
7,50	28	0,663	53,75	81,02	2,69	4,05
7,80	33	0,611	58,37	95,49	2,92	4,77
8,10	31	0,609	52,46	86,11	2,62	4,31
8,40	30	0,657	54,77	83,33	2,74	4,17
8,70	29	0,655	52,79	80,56	2,64	4,03
9,00	32	0,603	53,64	88,89	2,68	4,44
9,30	32	0,602	51,43	85,47	2,57	4,27
9,60	32	0,600	51,28	85,47	2,56	4,27

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P4**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
-------------	------	------------------	--------------	--------------------------

[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	Schmertmann (1975)	0,33
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	Schmertmann (1975)	1,31

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	Robertson (1983)	9,44
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	Robertson (1983)	37,36

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	49,93
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	192,32

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	Apollonia	47,20
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	Apollonia	186,80

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	Meyerhof ed altri	1,74
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	Meyerhof ed altri	2,09

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	Meyerhof ed altri	2,16

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	4,72	Meyerhof (1957)	44,55
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	16,84	Meyerhof (1957)	69,86

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	4,72	Shioi-Fukuni (1982)	23,41
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	16,84	Shioi-Fukuni (1982)	30,89

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	4,72	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	16,84	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	4,72	Ohsaki (Sabbie pulite)	279,52
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	16,84	Ohsaki (Sabbie pulite)	924,01

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,72	4,80	4,72	Navfac 1971-1982	0,92
[2] - Materiale molto consistente	18,68	9,60	16,84	Navfac 1971-1982	3,48

## PROVA P5

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 12/08/2025  
 Profondità prova 10,20 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	6	0,853	22,21	26,04	1,11	1,30
0,60	8	0,847	29,41	34,72	1,47	1,74
0,90	7	0,842	25,57	30,38	1,28	1,52

1,20	4	0,836	13,66	16,34	0,68	0,82
1,50	3	0,831	10,19	12,25	0,51	0,61
1,80	4	0,826	13,50	16,34	0,68	0,82
2,10	4	0,822	12,68	15,43	0,63	0,77
2,40	4	0,817	12,61	15,43	0,63	0,77
2,70	7	0,813	20,80	25,58	1,04	1,28
3,00	7	0,809	20,69	25,58	1,03	1,28
3,30	8	0,805	23,53	29,24	1,18	1,46
3,60	7	0,801	20,49	25,58	1,02	1,28
3,90	13	0,747	33,73	45,14	1,69	2,26
4,20	10	0,794	27,56	34,72	1,38	1,74
4,50	10	0,790	27,44	34,72	1,37	1,74
4,80	15	0,737	36,56	49,60	1,83	2,48
5,10	16	0,734	38,84	52,91	1,94	2,65
5,40	16	0,731	36,92	50,51	1,85	2,53
5,70	18	0,728	41,37	56,82	2,07	2,84
6,00	21	0,675	44,78	66,29	2,24	3,31
6,30	20	0,723	43,65	60,39	2,18	3,02
6,60	25	0,670	50,60	75,48	2,53	3,77
6,90	25	0,668	50,42	75,48	2,52	3,77
7,20	26	0,666	52,25	78,50	2,61	3,93
7,50	28	0,663	53,75	81,02	2,69	4,05
7,80	26	0,661	49,75	75,23	2,49	3,76
8,10	31	0,609	52,46	86,11	2,62	4,31
8,40	24	0,657	43,82	66,67	2,19	3,33
8,70	28	0,655	50,97	77,78	2,55	3,89
9,00	29	0,653	52,64	80,56	2,63	4,03
9,30	33	0,602	53,03	88,14	2,65	4,41
9,60	32	0,600	51,28	85,47	2,56	4,27
9,90	30	0,648	51,94	80,13	2,60	4,01
10,20	30	0,647	49,89	77,16	2,49	3,86

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P5

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	Schmertmann (1975)	0,33
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	Schmertmann (1975)	1,22

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	Robertson (1983)	9,52
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	Robertson (1983)	34,84

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Correlazione	Eed
-------------	------	--------------	--------------	-----

		(m)		(Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	50,34
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	179,47

### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	Apollonia	47,60
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	Apollonia	174,20

### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	Meyerhof ed altri	1,75
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	Meyerhof ed altri	2,09

### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	Meyerhof ed altri	2,16

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	4,76	Meyerhof (1957)	44,8
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	16,21	Meyerhof (1957)	67,81

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	4,76	Shioi-Fukuni (1982)	23,45
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	16,21	Shioi-Fukuni (1982)	30,59

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	4,76	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	16,21	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	4,76	Ohsaki (Sabbie pulite)	281,75
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	16,21	Ohsaki (Sabbie pulite)	891,48

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,76	4,50	4,76	Navfac 1971-1982	0,93
[2] - Materiale molto consistente	17,42	10,20	16,21	Navfac 1971-1982	3,36

### PROVA P6

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 12/08/2025  
 Profondità prova 9,30 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	11	0,853	40,71	47,74	2,04	2,39
0,60	8	0,847	29,41	34,72	1,47	1,74
0,90	10	0,842	36,52	43,40	1,83	2,17
1,20	6	0,836	20,50	24,51	1,02	1,23
1,50	10	0,831	33,95	40,85	1,70	2,04
1,80	7	0,826	23,63	28,59	1,18	1,43
2,10	5	0,822	15,85	19,29	0,79	0,96
2,40	3	0,817	9,46	11,57	0,47	0,58
2,70	5	0,813	14,85	18,27	0,74	0,91
3,00	4	0,809	11,82	14,62	0,59	0,73
3,30	5	0,805	14,71	18,27	0,74	0,91
3,60	7	0,801	20,49	25,58	1,02	1,28
3,90	5	0,797	13,84	17,36	0,69	0,87
4,20	6	0,794	16,54	20,83	0,83	1,04
4,50	10	0,790	27,44	34,72	1,37	1,74
4,80	10	0,787	26,03	33,07	1,30	1,65
5,10	13	0,734	31,55	42,99	1,58	2,15

5,40	14	0,731	32,31	44,19	1,62	2,21
5,70	15	0,728	34,48	47,35	1,72	2,37
6,00	19	0,725	43,51	59,97	2,18	3,00
6,30	17	0,723	37,10	51,33	1,86	2,57
6,60	19	0,720	41,32	57,37	2,07	2,87
6,90	21	0,668	42,35	63,41	2,12	3,17
7,20	20	0,716	43,22	60,39	2,16	3,02
7,50	24	0,663	46,07	69,44	2,30	3,47
7,80	25	0,661	47,84	72,34	2,39	3,62
8,10	27	0,659	49,44	75,00	2,47	3,75
8,40	25	0,657	45,64	69,44	2,28	3,47
8,70	33	0,605	55,49	91,67	2,77	4,58
9,00	34	0,603	57,00	94,44	2,85	4,72
9,30	27	0,652	47,00	72,12	2,35	3,61

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P6

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Schmertmann (1975)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	Schmertmann (1975)	1,09

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Robertson (1983)	9,80
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	Robertson (1983)	31,08

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	51,77
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	160,29

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Apollonia	49,00
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	Apollonia	155,40

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod.	4,9	4,80	Classificaz. A.G.I.	MODERAT.

consistente			(1977)	CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Meyerhof ed altri	1,75
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	Meyerhof ed altri	2,07

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	Meyerhof ed altri	2,14

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	Meyerhof (1957)	44,62
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	15,27	Meyerhof (1957)	66,19

##### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	Shioi-Fukuni (1982)	23,57
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	15,27	Shioi-Fukuni (1982)	30,13

##### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	15,27	(A.G.I.)	0,32

##### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	Ohsaki (Sabbie pulite)	289,53
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	15,27	Ohsaki (Sabbie pulite)	842,80

##### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Ko
-------------	------	--------------	-------------------	--------------	----

		(m)	presenza falda		
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	Navfac 1971-1982	0,96
[2] - Materiale molto consistente	15,54	9,30	15,27	Navfac 1971-1982	3,18

### PROVA P7

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 12/08/2025  
 Profondità prova 9,90 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	8	0,853	29,61	34,72	1,48	1,74
0,60	9	0,847	33,09	39,06	1,65	1,95
0,90	5	0,842	18,26	21,70	0,91	1,09
1,20	8	0,836	27,33	32,68	1,37	1,63
1,50	6	0,831	20,37	24,51	1,02	1,23
1,80	6	0,826	20,25	24,51	1,01	1,23
2,10	4	0,822	12,68	15,43	0,63	0,77
2,40	3	0,817	9,46	11,57	0,47	0,58
2,70	3	0,813	8,91	10,96	0,45	0,55
3,00	3	0,809	8,87	10,96	0,44	0,55
3,30	2	0,805	5,88	7,31	0,29	0,37
3,60	7	0,801	20,49	25,58	1,02	1,28
3,90	4	0,797	11,07	13,89	0,55	0,69
4,20	5	0,794	13,78	17,36	0,69	0,87
4,50	9	0,790	24,70	31,25	1,23	1,56
4,80	11	0,787	28,63	36,38	1,43	1,82
5,10	10	0,784	25,93	33,07	1,30	1,65
5,40	16	0,731	36,92	50,51	1,85	2,53
5,70	19	0,728	43,67	59,97	2,18	3,00
6,00	19	0,725	43,51	59,97	2,18	3,00
6,30	22	0,673	44,69	66,43	2,23	3,32
6,60	22	0,670	44,53	66,43	2,23	3,32
6,90	23	0,668	46,39	69,44	2,32	3,47
7,20	25	0,666	50,24	75,48	2,51	3,77
7,50	24	0,663	46,07	69,44	2,30	3,47
7,80	28	0,661	53,58	81,02	2,68	4,05
8,10	29	0,659	53,11	80,56	2,66	4,03
8,40	30	0,657	54,77	83,33	2,74	4,17
8,70	30	0,655	54,61	83,33	2,73	4,17
9,00	30	0,653	54,46	83,33	2,72	4,17
9,30	30	0,652	52,22	80,13	2,61	4,01
9,60	31	0,600	49,68	82,80	2,48	4,14
9,90	32	0,598	51,13	85,47	2,56	4,27

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P7

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	Schmertmann (1975)	0,30
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	Schmertmann (1975)	1,26

#### Qc( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	Robertson (1983)	8,48
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	Robertson (1983)	35,86

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	45,04
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	184,67

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	Apollonia	42,40
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	Apollonia	179,30

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	Meyerhof ed altri	1,71
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	Meyerhof ed altri	2,09

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod.	4,24	5,10	Meyerhof ed altri	1,87

consistente				
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	Meyerhof ed altri	2,16

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	4,24	Meyerhof (1957)	41,74
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	16,465	Meyerhof (1957)	68,3

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	4,24	Shioi-Fukuni (1982)	22,97
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	16,465	Shioi-Fukuni (1982)	30,72

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	4,24	(A.G.I.)	0,35
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	16,465	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	4,24	Ohsaki (Sabbie pulite)	252,72
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	16,465	Ohsaki (Sabbie pulite)	904,65

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,24	5,10	4,24	Navfac 1971-1982	0,81
[2] - Materiale molto consistente	17,93	9,90	16,465	Navfac 1971-1982	3,41

**PROVA P8**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 12/08/2025  
 Profondità prova 10,20 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	9	0,853	33,31	39,06	1,67	1,95
0,60	11	0,847	40,44	47,74	2,02	2,39
0,90	9	0,842	32,87	39,06	1,64	1,95
1,20	3	0,836	10,25	12,25	0,51	0,61
1,50	3	0,831	10,19	12,25	0,51	0,61
1,80	6	0,826	20,25	24,51	1,01	1,23
2,10	5	0,822	15,85	19,29	0,79	0,96
2,40	4	0,817	12,61	15,43	0,63	0,77
2,70	3	0,813	8,91	10,96	0,45	0,55
3,00	2	0,809	5,91	7,31	0,30	0,37
3,30	2	0,805	5,88	7,31	0,29	0,37
3,60	3	0,801	8,78	10,96	0,44	0,55
3,90	6	0,797	16,61	20,83	0,83	1,04
4,20	7	0,794	19,29	24,31	0,96	1,22
4,50	5	0,790	13,72	17,36	0,69	0,87
4,80	8	0,787	20,82	26,46	1,04	1,32
5,10	7	0,784	18,15	23,15	0,91	1,16
5,40	7	0,781	17,26	22,10	0,86	1,10
5,70	15	0,728	34,48	47,35	1,72	2,37
6,00	17	0,725	38,93	53,66	1,95	2,68
6,30	17	0,723	37,10	51,33	1,86	2,57
6,60	18	0,720	39,15	54,35	1,96	2,72
6,90	19	0,718	41,19	57,37	2,06	2,87
7,20	19	0,716	41,05	57,37	2,05	2,87
7,50	22	0,663	42,23	63,66	2,11	3,18
7,80	24	0,661	45,92	69,44	2,30	3,47
8,10	27	0,659	49,44	75,00	2,47	3,75
8,40	28	0,657	51,12	77,78	2,56	3,89
8,70	27	0,655	49,15	75,00	2,46	3,75
9,00	32	0,603	53,64	88,89	2,68	4,44
9,30	30	0,652	52,22	80,13	2,61	4,01
9,60	31	0,600	49,68	82,80	2,48	4,14
9,90	32	0,598	51,13	85,47	2,56	4,27
10,20	28	0,647	46,57	72,02	2,33	3,60

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P8

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	Schmertmann (1975)	0,27
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	Schmertmann (1975)	1,18

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	Robertson (1983)	7,78
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	Robertson (1983)	33,76

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	41,47
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	173,96

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	Apollonia	38,90
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	Apollonia	168,80

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	Meyerhof ed altri	1,69
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	Meyerhof ed altri	2,08

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	Meyerhof ed altri	1,87

[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	Meyerhof ed altri	2,15
-----------------------------------	-------	-------	-------------------	------

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	3,89	Meyerhof (1957)	39,96
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	15,94	Meyerhof (1957)	66,95

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	3,89	Shioi-Fukuni (1982)	22,64
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	15,94	Shioi-Fukuni (1982)	30,46

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	3,89	(A.G.I.)	0,35
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	15,94	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	3,89	Ohsaki (Sabbie pulite)	233,06
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	15,94	Ohsaki (Sabbie pulite)	877,51

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	3,89	5,40	3,89	Navfac 1971-1982	0,73
[2] - Materiale molto consistente	16,88	10,20	15,94	Navfac 1971-1982	3,31

**PROVA P9**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 12/08/2025  
 Profondità prova 10,20 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	14	0,803	48,77	60,76	2,44	3,04
0,60	7	0,847	25,73	30,38	1,29	1,52
0,90	13	0,792	44,66	56,42	2,23	2,82
1,20	9	0,836	30,75	36,76	1,54	1,84
1,50	5	0,831	16,98	20,42	0,85	1,02
1,80	4	0,826	13,50	16,34	0,68	0,82
2,10	5	0,822	15,85	19,29	0,79	0,96
2,40	3	0,817	9,46	11,57	0,47	0,58
2,70	4	0,813	11,88	14,62	0,59	0,73
3,00	4	0,809	11,82	14,62	0,59	0,73
3,30	4	0,805	11,76	14,62	0,59	0,73
3,60	5	0,801	14,64	18,27	0,73	0,91
3,90	6	0,797	16,61	20,83	0,83	1,04
4,20	8	0,794	22,05	27,78	1,10	1,39
4,50	10	0,790	27,44	34,72	1,37	1,74
4,80	14	0,737	34,13	46,30	1,71	2,31
5,10	15	0,734	36,41	49,60	1,82	2,48
5,40	19	0,731	43,84	59,97	2,19	3,00
5,70	18	0,728	41,37	56,82	2,07	2,84
6,00	19	0,725	43,51	59,97	2,18	3,00
6,30	19	0,723	41,47	57,37	2,07	2,87
6,60	20	0,720	43,50	60,39	2,17	3,02
6,90	20	0,718	43,35	60,39	2,17	3,02
7,20	20	0,716	43,22	60,39	2,16	3,02
7,50	20	0,713	41,29	57,87	2,06	2,89
7,80	22	0,661	42,10	63,66	2,10	3,18
8,10	24	0,659	43,95	66,67	2,20	3,33
8,40	22	0,657	40,17	61,11	2,01	3,06
8,70	29	0,655	52,79	80,56	2,64	4,03
9,00	28	0,653	50,83	77,78	2,54	3,89
9,30	28	0,652	48,74	74,79	2,44	3,74
9,60	31	0,600	49,68	82,80	2,48	4,14
9,90	30	0,648	51,94	80,13	2,60	4,01
10,20	33	0,597	50,64	84,88	2,53	4,24

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P9

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	Schmertmann (1975)	0,33
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	Schmertmann (1975)	1,11

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	Robertson (1983)	9,42
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	Robertson (1983)	31,76

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	49,83
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	163,76

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	Apollonia	47,10
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	Apollonia	158,80

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	Meyerhof ed altri	1,74
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	Meyerhof ed altri	2,08

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod.	4,71	4,50	Meyerhof ed altri	1,88

consistente				
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	Meyerhof ed altri	2,15

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	4,71	Meyerhof (1957)	44,6
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	15,44	Meyerhof (1957)	66,28

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	4,71	Shioi-Fukuni (1982)	23,41
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	15,44	Shioi-Fukuni (1982)	30,22

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	4,71	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	15,44	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	4,71	Ohsaki (Sabbie pulite)	278,97
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	15,44	Ohsaki (Sabbie pulite)	851,61

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	4,71	Navfac 1971-1982	0,92
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	15,44	Navfac 1971-1982	3,21

### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,71	4,50	4,71	Robertson 1983	9,42
[2] - Materiale molto consistente	15,88	10,20	15,44	Robertson 1983	30,88

**PROVA P10**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 12/08/2025  
 Profondità prova 9,60 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	6	0,853	22,21	26,04	1,11	1,30
0,60	9	0,847	33,09	39,06	1,65	1,95
0,90	8	0,842	29,22	34,72	1,46	1,74
1,20	10	0,836	34,16	40,85	1,71	2,04
1,50	5	0,831	16,98	20,42	0,85	1,02
1,80	6	0,826	20,25	24,51	1,01	1,23
2,10	4	0,822	12,68	15,43	0,63	0,77
2,40	4	0,817	12,61	15,43	0,63	0,77
2,70	5	0,813	14,85	18,27	0,74	0,91
3,00	3	0,809	8,87	10,96	0,44	0,55
3,30	2	0,805	5,88	7,31	0,29	0,37
3,60	3	0,801	8,78	10,96	0,44	0,55
3,90	3	0,797	8,30	10,42	0,42	0,52
4,20	8	0,794	22,05	27,78	1,10	1,39
4,50	4	0,790	10,98	13,89	0,55	0,69
4,80	6	0,787	15,62	19,84	0,78	0,99
5,10	12	0,784	31,11	39,68	1,56	1,98
5,40	19	0,731	43,84	59,97	2,19	3,00
5,70	22	0,678	47,10	69,44	2,35	3,47
6,00	22	0,675	46,91	69,44	2,35	3,47
6,30	20	0,723	43,65	60,39	2,18	3,02
6,60	21	0,670	42,50	63,41	2,13	3,17
6,90	19	0,718	41,19	57,37	2,06	2,87
7,20	26	0,666	52,25	78,50	2,61	3,93
7,50	28	0,663	53,75	81,02	2,69	4,05
7,80	25	0,661	47,84	72,34	2,39	3,62
8,10	26	0,659	47,61	72,22	2,38	3,61
8,40	30	0,657	54,77	83,33	2,74	4,17
8,70	24	0,655	43,69	66,67	2,18	3,33
9,00	35	0,603	58,67	97,22	2,93	4,86
9,30	31	0,602	49,82	82,80	2,49	4,14
9,60	30	0,650	52,08	80,13	2,60	4,01

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P10

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	Schmertmann (1975)	0,28
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	Schmertmann (1975)	1,24

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	Robertson (1983)	8,06
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	Robertson (1983)	35,28

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	42,90
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	181,71

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	Apollonia	40,30
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	Apollonia	176,40

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	Meyerhof ed altri	1,70
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	Meyerhof ed altri	2,09

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo
-------------	------	------------------	--------------	-----------------------------

				(t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	Meyerhof ed altri	2,16

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	4,03	Meyerhof (1957)	40,89
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	16,32	Meyerhof (1957)	68,58

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	4,03	Shioi-Fukuni (1982)	22,77
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	16,32	Shioi-Fukuni (1982)	30,65

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	4,03	(A.G.I.)	0,35
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	16,32	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	4,03	Ohsaki (Sabbie pulite)	240,94
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	16,32	Ohsaki (Sabbie pulite)	897,16

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,03	5,10	4,03	Navfac 1971-1982	0,76
[2] - Materiale molto consistente	17,64	9,60	16,32	Navfac 1971-1982	3,38

**PROVA P11**

Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

DPH  
12/08/2025  
9,90 m

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	9	0,853	33,31	39,06	1,67	1,95
0,60	9	0,847	33,09	39,06	1,65	1,95
0,90	8	0,842	29,22	34,72	1,46	1,74
1,20	8	0,836	27,33	32,68	1,37	1,63
1,50	8	0,831	27,16	32,68	1,36	1,63
1,80	10	0,826	33,76	40,85	1,69	2,04
2,10	3	0,822	9,51	11,57	0,48	0,58
2,40	3	0,817	9,46	11,57	0,47	0,58
2,70	2	0,813	5,94	7,31	0,30	0,37
3,00	6	0,809	17,73	21,93	0,89	1,10
3,30	6	0,805	17,65	21,93	0,88	1,10
3,60	7	0,801	20,49	25,58	1,02	1,28
3,90	7	0,797	19,38	24,31	0,97	1,22
4,20	8	0,794	22,05	27,78	1,10	1,39
4,50	6	0,790	16,47	20,83	0,82	1,04
4,80	10	0,787	26,03	33,07	1,30	1,65
5,10	11	0,784	28,52	36,38	1,43	1,82
5,40	18	0,731	41,54	56,82	2,08	2,84
5,70	23	0,678	49,24	72,60	2,46	3,63
6,00	23	0,675	49,04	72,60	2,45	3,63
6,30	20	0,723	43,65	60,39	2,18	3,02
6,60	24	0,670	48,58	72,46	2,43	3,62
6,90	20	0,718	43,35	60,39	2,17	3,02
7,20	18	0,716	38,89	54,35	1,94	2,72
7,50	23	0,663	44,15	66,55	2,21	3,33
7,80	21	0,661	40,18	60,76	2,01	3,04
8,10	20	0,709	39,40	55,56	1,97	2,78
8,40	28	0,657	51,12	77,78	2,56	3,89
8,70	29	0,655	52,79	80,56	2,64	4,03
9,00	31	0,603	51,97	86,11	2,60	4,31
9,30	28	0,652	48,74	74,79	2,44	3,74
9,60	32	0,600	51,28	85,47	2,56	4,27
9,90	31	0,598	49,54	82,80	2,48	4,14

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P11

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	Schmertmann (1975)	0,35
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	Schmertmann (1975)	1,19

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	Robertson (1983)	9,96
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	Robertson (1983)	34,04

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	52,59
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	175,39

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	Apollonia	49,80
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	Apollonia	170,20

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	Meyerhof ed altri	1,76
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	Meyerhof ed altri	2,08

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	Meyerhof ed altri	2,15

consistente

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	4,98	Meyerhof (1957)	45,41
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	16,01	Meyerhof (1957)	67,52

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	4,98	Shioi-Fukuni (1982)	23,64
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	16,01	Shioi-Fukuni (1982)	30,5

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	4,98	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	16,01	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	4,98	Ohsaki (Sabbie pulite)	293,97
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	16,01	Ohsaki (Sabbie pulite)	881,13

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,98	5,10	4,98	Navfac 1971-1982	0,98
[2] - Materiale molto consistente	17,02	9,90	16,01	Navfac 1971-1982	3,32

**PROVA P12**

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 13/08/2025  
 Profondità prova 10,20 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	6	0,853	22,21	26,04	1,11	1,30
0,60	7	0,847	25,73	30,38	1,29	1,52
0,90	6	0,842	21,91	26,04	1,10	1,30
1,20	3	0,836	10,25	12,25	0,51	0,61
1,50	4	0,831	13,58	16,34	0,68	0,82
1,80	5	0,826	16,88	20,42	0,84	1,02
2,10	5	0,822	15,85	19,29	0,79	0,96
2,40	8	0,817	25,22	30,86	1,26	1,54
2,70	6	0,813	17,83	21,93	0,89	1,10
3,00	3	0,809	8,87	10,96	0,44	0,55
3,30	6	0,805	17,65	21,93	0,88	1,10
3,60	8	0,801	23,42	29,24	1,17	1,46
3,90	10	0,797	27,68	34,72	1,38	1,74
4,20	10	0,794	27,56	34,72	1,38	1,74
4,50	11	0,790	30,19	38,19	1,51	1,91
4,80	14	0,737	34,13	46,30	1,71	2,31
5,10	18	0,734	43,69	59,52	2,18	2,98
5,40	22	0,681	47,29	69,44	2,36	3,47
5,70	25	0,678	53,52	78,91	2,68	3,95
6,00	23	0,675	49,04	72,60	2,45	3,63
6,30	26	0,673	52,82	78,50	2,64	3,93
6,60	28	0,670	56,67	84,54	2,83	4,23
6,90	26	0,668	52,44	78,50	2,62	3,93
7,20	27	0,666	54,26	81,52	2,71	4,08
7,50	29	0,663	55,67	83,91	2,78	4,20
7,80	30	0,661	57,40	86,81	2,87	4,34
8,10	19	0,709	37,43	52,78	1,87	2,64
8,40	26	0,657	47,47	72,22	2,37	3,61
8,70	34	0,605	57,17	94,44	2,86	4,72
9,00	25	0,653	45,38	69,44	2,27	3,47
9,30	30	0,652	52,22	80,13	2,61	4,01
9,60	30	0,650	52,08	80,13	2,60	4,01
9,90	31	0,598	49,54	82,80	2,48	4,14
10,20	32	0,597	49,10	82,30	2,46	4,12

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P12

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Schmertmann (1975)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	Schmertmann (1975)	1,31

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Robertson (1983)	9,80
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	Robertson (1983)	37,40

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	51,77
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	192,52

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Apollonia	49,00
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	Apollonia	187,00

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Meyerhof ed altri	1,75
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	Meyerhof ed altri	2,09

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
-------------	------	------------------	--------------	---

[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	Meyerhof ed altri	2,16

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	Meyerhof (1957)	45,93
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	16,85	Meyerhof (1957)	69,7

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	Shioi-Fukuni (1982)	23,57
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	16,85	Shioi-Fukuni (1982)	30,9

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	16,85	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	Ohsaki (Sabbie pulite)	289,53
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	16,85	Ohsaki (Sabbie pulite)	924,52

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	4,80	4,9	Navfac 1971-1982	0,96
[2] - Materiale molto consistente	18,7	10,20	16,85	Navfac 1971-1982	3,48

**PROVA P13**

Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

DPH  
13/08/2025  
9,90 m

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	7	0,853	25,91	30,38	1,30	1,52
0,60	4	0,847	14,70	17,36	0,74	0,87
0,90	8	0,842	29,22	34,72	1,46	1,74
1,20	6	0,836	20,50	24,51	1,02	1,23
1,50	7	0,831	23,77	28,59	1,19	1,43
1,80	6	0,826	20,25	24,51	1,01	1,23
2,10	5	0,822	15,85	19,29	0,79	0,96
2,40	6	0,817	18,92	23,15	0,95	1,16
2,70	6	0,813	17,83	21,93	0,89	1,10
3,00	5	0,809	14,78	18,27	0,74	0,91
3,30	7	0,805	20,59	25,58	1,03	1,28
3,60	7	0,801	20,49	25,58	1,02	1,28
3,90	9	0,797	24,91	31,25	1,25	1,56
4,20	7	0,794	19,29	24,31	0,96	1,22
4,50	7	0,790	19,21	24,31	0,96	1,22
4,80	15	0,737	36,56	49,60	1,83	2,48
5,10	19	0,734	46,12	62,83	2,31	3,14
5,40	23	0,681	49,44	72,60	2,47	3,63
5,70	20	0,728	45,97	63,13	2,30	3,16
6,00	20	0,725	45,80	63,13	2,29	3,16
6,30	21	0,673	42,66	63,41	2,13	3,17
6,60	21	0,670	42,50	63,41	2,13	3,17
6,90	21	0,668	42,35	63,41	2,12	3,17
7,20	24	0,666	48,24	72,46	2,41	3,62
7,50	28	0,663	53,75	81,02	2,69	4,05
7,80	25	0,661	47,84	72,34	2,39	3,62
8,10	29	0,659	53,11	80,56	2,66	4,03
8,40	30	0,657	54,77	83,33	2,74	4,17
8,70	26	0,655	47,33	72,22	2,37	3,61
9,00	28	0,653	50,83	77,78	2,54	3,89
9,30	26	0,652	45,26	69,44	2,26	3,47
9,60	29	0,650	50,34	77,46	2,52	3,87
9,90	30	0,648	51,94	80,13	2,60	4,01

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P13

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	Schmertmann (1975)	0,32
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	Schmertmann (1975)	1,18

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	Robertson (1983)	9,06
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	Robertson (1983)	33,84

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	48,00
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	174,37

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	Apollonia	45,30
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	Apollonia	169,20

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	Meyerhof ed altri	1,73
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	Meyerhof ed altri	2,08

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
-------------	------	------------------	--------------	---

[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	Meyerhof ed altri	1,87
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	Meyerhof ed altri	2,15

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	4,53	Meyerhof (1957)	44,15
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	15,96	Meyerhof (1957)	68,23

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	4,53	Shioi-Fukuni (1982)	23,24
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	15,96	Shioi-Fukuni (1982)	30,47

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	4,53	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	15,96	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	4,53	Ohsaki (Sabbie pulite)	268,93
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	15,96	Ohsaki (Sabbie pulite)	878,55

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,53	4,50	4,53	Navfac 1971-1982	0,88
[2] - Materiale molto consistente	16,92	9,90	15,96	Navfac 1971-1982	3,31

**PROVA P14**

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

DPH  
13/08/2025  
10,20 m

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	7	0,853	25,91	30,38	1,30	1,52
0,60	7	0,847	25,73	30,38	1,29	1,52
0,90	8	0,842	29,22	34,72	1,46	1,74
1,20	7	0,836	23,91	28,59	1,20	1,43
1,50	6	0,831	20,37	24,51	1,02	1,23
1,80	3	0,826	10,13	12,25	0,51	0,61
2,10	5	0,822	15,85	19,29	0,79	0,96
2,40	3	0,817	9,46	11,57	0,47	0,58
2,70	3	0,813	8,91	10,96	0,45	0,55
3,00	8	0,809	23,65	29,24	1,18	1,46
3,30	4	0,805	11,76	14,62	0,59	0,73
3,60	9	0,801	26,34	32,89	1,32	1,64
3,90	7	0,797	19,38	24,31	0,97	1,22
4,20	7	0,794	19,29	24,31	0,96	1,22
4,50	9	0,790	24,70	31,25	1,23	1,56
4,80	9	0,787	23,43	29,76	1,17	1,49
5,10	11	0,784	28,52	36,38	1,43	1,82
5,40	15	0,731	34,61	47,35	1,73	2,37
5,70	18	0,728	41,37	56,82	2,07	2,84
6,00	18	0,725	41,22	56,82	2,06	2,84
6,30	20	0,723	43,65	60,39	2,18	3,02
6,60	22	0,670	44,53	66,43	2,23	3,32
6,90	23	0,668	46,39	69,44	2,32	3,47
7,20	22	0,666	44,22	66,43	2,21	3,32
7,50	28	0,663	53,75	81,02	2,69	4,05
7,80	24	0,661	45,92	69,44	2,30	3,47
8,10	29	0,659	53,11	80,56	2,66	4,03
8,40	29	0,657	52,95	80,56	2,65	4,03
8,70	30	0,655	54,61	83,33	2,73	4,17
9,00	28	0,653	50,83	77,78	2,54	3,89
9,30	26	0,652	45,26	69,44	2,26	3,47
9,60	29	0,650	50,34	77,46	2,52	3,87
9,90	30	0,648	51,94	80,13	2,60	4,01
10,20	28	0,647	46,57	72,02	2,33	3,60

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P14

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	Schmertmann (1975)	0,33
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	Schmertmann (1975)	1,21

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	Robertson (1983)	9,32
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	Robertson (1983)	34,50

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	49,32
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	177,73

#### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	Apollonia	46,60
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	Apollonia	172,50

#### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	Meyerhof ed altri	1,74
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	Meyerhof ed altri	2,09

#### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	Meyerhof ed altri	2,16

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	4,66	Meyerhof (1957)	44,35
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	16,125	Meyerhof (1957)	67,8

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	4,66	Shioi-Fukuni(1982)	23,36
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	16,125	Shioi-Fukuni (1982)	30,55

### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	4,66	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	16,125	(A.G.I.)	0,32

### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	4,66	Ohsaki (Sabbie pulite)	276,18
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	16,125	Ohsaki (Sabbie pulite)	887,08

### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,66	5,10	4,66	Navfac 1971-1982	0,91
[2] - Materiale molto consistente	17,25	10,20	16,125	Navfac 1971-1982	3,34

## PROVA P15

Strumento utilizzato DPH  
 Prova eseguita in data 13/08/2025  
 Profondità prova 10,20 m  
 Falda rilevata  
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	11	0,853	40,71	47,74	2,04	2,39
0,60	9	0,847	33,09	39,06	1,65	1,95
0,90	7	0,842	25,57	30,38	1,28	1,52
1,20	6	0,836	20,50	24,51	1,02	1,23

1,50	7	0,831	23,77	28,59	1,19	1,43
1,80	8	0,826	27,00	32,68	1,35	1,63
2,10	5	0,822	15,85	19,29	0,79	0,96
2,40	6	0,817	18,92	23,15	0,95	1,16
2,70	5	0,813	14,85	18,27	0,74	0,91
3,00	4	0,809	11,82	14,62	0,59	0,73
3,30	9	0,805	26,47	32,89	1,32	1,64
3,60	15	0,751	41,17	54,82	2,06	2,74
3,90	16	0,747	41,51	55,56	2,08	2,78
4,20	19	0,744	49,06	65,97	2,45	3,30
4,50	16	0,740	41,13	55,56	2,06	2,78
4,80	16	0,737	39,00	52,91	1,95	2,65
5,10	15	0,734	36,41	49,60	1,82	2,48
5,40	18	0,731	41,54	56,82	2,08	2,84
5,70	22	0,678	47,10	69,44	2,35	3,47
6,00	26	0,675	55,44	82,07	2,77	4,10
6,30	16	0,723	34,92	48,31	1,75	2,42
6,60	18	0,720	39,15	54,35	1,96	2,72
6,90	22	0,668	44,37	66,43	2,22	3,32
7,20	20	0,716	43,22	60,39	2,16	3,02
7,50	23	0,663	44,15	66,55	2,21	3,33
7,80	23	0,661	44,01	66,55	2,20	3,33
8,10	21	0,659	38,46	58,33	1,92	2,92
8,40	25	0,657	45,64	69,44	2,28	3,47
8,70	21	0,655	38,23	58,33	1,91	2,92
9,00	29	0,653	52,64	80,56	2,63	4,03
9,30	25	0,652	43,52	66,77	2,18	3,34
9,60	28	0,650	48,61	74,79	2,43	3,74
9,90	30	0,648	51,94	80,13	2,60	4,01
10,20	30	0,647	49,89	77,16	2,49	3,86

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P15

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	Schmertmann (1975)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	Schmertmann (1975)	1,05

#### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	Robertson (1983)	9,80
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	Robertson (1983)	30,08

#### Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
-------------	------	------------------	--------------	---------------------------

[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	51,77
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	155,19

### Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	Apollonia	49,00
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	Apollonia	150,40

### Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

### Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	Meyerhof ed altri	1,75
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	Meyerhof ed altri	2,07

### Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	Meyerhof ed altri	1,88
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	Meyerhof ed altri	2,14

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	4,9	Meyerhof (1957)	47,49
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	15,02	Meyerhof (1957)	67,07

#### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	4,9	Shioi-Fukuni (1982)	23,57
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	15,02	Shioi-Fukuni (1982)	30,01

#### Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	4,9	(A.G.I.)	0,34
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	15,02	(A.G.I.)	0,32

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	4,9	Ohsaki (Sabbie pulite)	289,53
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	15,02	Ohsaki (Sabbie pulite)	829,82

#### Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Materiale mod. consistente	4,9	3,30	4,9	Navfac 1971-1982	0,96
[2] - Materiale molto consistente	15,04	10,20	15,02	Navfac 1971-1982	3,13

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri mediati da attribuire ai terreni attraversati desunti dall'elaborazione delle risultanze delle prove penetrometriche eseguite, corrispondenti ai valori medi e caratteristici da utilizzarsi ai sensi del D.M. 17/01/2018.

**A – settore dell'impianto agrivoltaico**

Strato	Profondità massima	Nspt	Tipo	Classificazione A.G.I.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	C	Eed	Ey	v	G	K <sub>0</sub>
	<b>m da p.c.</b>				<b>t/m<sup>3</sup></b>	<b>t/m<sup>3</sup></b>	<b>°</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	
1	0,0 – 5,0	< 5	Coesivo	Mod. consistente	1,7	1,9	22	0,3	50	45	0,34	250	0,8
2	> 5,0	> 10	Coesivo	Molto consistente	2,1	2,2	30	1,1	185	180	0,32	900	3,2

**B – settore della SSU 36/132 kV e relativo cavidotto di connessione 132 kV**

Strato	Profondità massima	Nspt	Tipo	Classificazione A.G.I.	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	C	Eed	Ey	v	G	K <sub>0</sub>
	<b>m da p.c.</b>				<b>t/m<sup>3</sup></b>	<b>t/m<sup>3</sup></b>	<b>°</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	
1	0,0 – 3,0	< 5	Coesivo	Mod. consistente	1,7	1,9	22	0,3	50	50	0,34	250	0,9
2	> 3,0	> 10	Coesivo	Molto consistente	2,1	2,2	30	1,0	155	150	0,32	900	3,0

dove:

Nspt : numero colpi riferibili ad una prova SPT

$\gamma$ : peso di volume

$\gamma_{sat}$ : peso di volume saturo

$\phi'$ : angolo di attrito

C: coesione non drenata

Eed: modulo edometrico

Ey: modulo di Young

v: modulo di Poisson


G: modulo di deformazione a taglio dinamico

K<sub>0</sub>: modulo di reazione

Lo schema geotecnico valido per l'area d'intervento, dedotto dalle indagini eseguite, è il seguente:

- piano campagna di riferimento locale: orizzontale;
- profondità della falda: - 2 m;
- terreno di fondazione: Unità litologica 2;
- volume significativo: Unità litologica 1+2;
- valori medi parametri: vedasi tabella precedente.

Per quanto riguarda i valori di progetto da adottare nei calcoli ove vengano previste Combinazioni contenenti M2, si rappresenta che questi si ottengono dividendo i valori caratteristici sopra riportati

	ID Documento Committente <b>CoD_098_FV_00065_BCR</b>	Pagina 60 / 95
		Numero Revisione
		00

per i coefficienti riduttivi parziali secondo quanto indicato nell'Eurocodice 7 e nel D.M. 17.01.2018 – NTC, di seguito riportati:

$$\gamma_d = \gamma_k/1;$$

$$C_d = C_{uk}/1,4;$$

$$\varphi \cdot d = \varphi \cdot k/1,25.$$

Una volta ottenuti i predetti valori caratteristici e di progetto da utilizzarsi nelle diverse tipologie di verifiche da parte del Progettista, tutte le opere e le componenti strutturali dovranno essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalla normativa vigente.

Le opere e le varie tipologie strutturali dovranno possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU);
- capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo (SLU) ha carattere irreversibile e si definisce collasso. Il superamento di uno stato limite di esercizio (SLE) può avere carattere reversibile o irreversibile.


Il superamento di uno stato limite di esercizio (SLE) ha carattere reversibile nel caso che si esamini una situazione in cui la deformazione o il danno cessino con l'estinguersi della causa che ha determinato il superamento dello stato limite. Se, pur non avendosi il collasso, l'opera subisce lesioni tali da renderla inutilizzabile, in quest'ultimo caso siamo in presenza di danni irreversibili o di deformazioni permanenti inaccettabili. Ad esempio, nel caso di una fondazione superficiale ciò può verificarsi quando i cedimenti del terreno superano una soglia critica, provocando delle distorsioni angolari non accettabili negli elementi della sovrastruttura.

Per le opere esistenti è possibile fare riferimento a livelli di sicurezza diversi da quelli delle nuove opere ed è anche possibile considerare solo gli stati limite ultimi (SLU).

La verifica della sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) di resistenza si ottiene con il "Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti parziali" di sicurezza tramite l'equazione:

$$R_d > E_d$$

con:

	ID Documento Committente <b>CoD_098_FV_00065_BCR</b>	Pagina 61 / 95
		Numero Revisione
		00

- $R_d$  = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate (di pertinenza del geotecnico e dello strutturista);
- $E_d$  = valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico (di pertinenza dello strutturista).

Disponendo dei carichi indotti dalle strutture in progetto, nonché dei parametri caratteristici e di progetto forniti, dovranno essere effettuate dal Progettista le verifiche ai diversi stati limite del sistema geotecnico applicando le combinazioni e i coefficienti parziali sui parametri previsti dal D.M. 17.01.2018.

## 4 Risultanze delle indagini sismiche MASW eseguite nell'area d'indagine

### Introduzione

All'interno del sito in esame sono state eseguite n. 3 prove sismiche di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), finalizzate alla definizione del parametro  $V_{s,eq}$  per la classificazione sismica dei suoli (in accordo al D.M. 17.01.2018 e successivi aggiornamenti). Si illustrano e analizzano di seguito i risultati ottenuti.

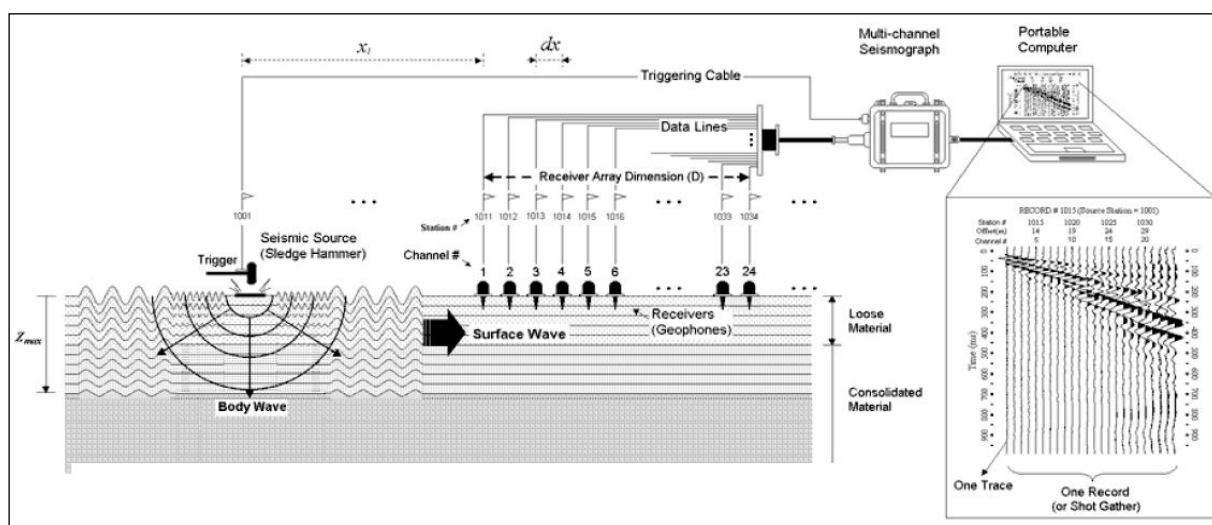
### Cenni sulla metodologia MASW

La propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo è un fenomeno multi-modale: data una determinata stratigrafia, in corrispondenza di una certa frequenza, possono esistere diverse lunghezze d'onda. Di conseguenza, ad una determinata frequenza possono corrispondere diverse velocità di fase, ad ognuna delle quali corrisponde un modo di propagazione e differenti modi di vibrazione possono esibirsi simultaneamente.

La curva di dispersione ottenuta elaborando i dati derivanti dalle indagini sismiche col metodo SWM (surface waves multichannel) è una curva apparente derivante dalla sovrapposizione delle curve relative ai vari modi di vibrazione, e che per i limiti indotti dal campionamento non necessariamente coincide con singoli modi nei diversi intervalli di frequenza campionati.

Il processo di caratterizzazione basato sul metodo delle onde superficiali, in sintesi, può essere suddiviso in tre fasi:

- Acquisizione;
- Elaborazione;
- Inversione.



*Figura 6. Schema d'acquisizione della prova sismica MASW.*

I dati acquisiti vengono sottoposti ad una fase di processing che consente di stimare la curva di dispersione caratteristica del sito in oggetto ovvero, la velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza (il codice di calcolo utilizzato è Easy MASW della Geostru).

Esistono diverse tecniche di processing per estrarre dai sismogrammi le caratteristiche dispersive del sito. La metodologia più diffusa è l'analisi spettrale in dominio f-k (frequenza-numero d'onda). I dati sismici registrati vengono sottoposti a una doppia trasformata di Fourier che consente di passare dal dominio x-t (spazio tempo) al dominio f-k. Lo spettro f-k del segnale consente di ottenere una curva di dispersione per le onde di Rayleigh, nell'ipotesi che nell'intervallo di frequenze analizzato le onde che si propagano con il maggiore contenuto di energia siano proprio le onde di Rayleigh, e se le caratteristiche del sito sono tali da consentire la propagazione delle onde superficiali e un comportamento dispersivo delle stesse. Si dimostra infatti che la velocità delle onde di Rayleigh è associata ai massimi dello spettro f-k; si può ottenere facilmente una curva di dispersione individuando ad ogni frequenza il picco spettrale, al quale è associato un numero d'onda k e quindi una velocità delle onde di Rayleigh  $V_R$ , determinabile in base alla teoria delle onde dalla relazione:

$$V_R (f) = 2\pi f/k$$

Riportando le coppie di valori ( $V_R, f$ ) in un grafico, si ottiene la curva di dispersione utilizzabile nella successiva fase di inversione. La fase di inversione deve essere preceduta da una parametrizzazione del sottosuolo, che viene di norma schematizzato come un mezzo viscoelastico a strati piano-paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati.

Il processo di inversione è iterativo: a partire da un profilo di primo tentativo, costruito sulla base di metodi semplificati, ed eventualmente delle informazioni note a priori riguardo la stratigrafia, il problema diretto viene risolto diverse volte variando i parametri che definiscono il modello. Il processo termina quando viene individuato quel set di parametri di modello che minimizza la differenza fra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione sintetica). Usualmente, algoritmi di minimizzazione ai minimi quadrati vengono utilizzati per automatizzare la procedura.

### **Strumentazione utilizzata**

L'acquisizione dei dati sismici è stata realizzata con un sismografo Echo 12/24 della Ambrogeo a 12 canali. Lo strumento è fornito di una connessione di rete standard per la comunicazione con un computer portatile su cui è installato un apposito programma che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate.

I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4.5 Hz con distorsione inferiore allo 0.2%.

L'energizzazione si è ottenuta con massa battente da 8 kg su piastra metallica. Per l'innesco (trigger) si è utilizzato uno "shock sensor" collegato alla mazza battente e connesso via cavo al sismografo.

### **Ubicazione dell'indagine e acquisizione dei dati**

Come indicato nell'introduzione, l'indagine ha previsto la realizzazione di n. 3 prove MASW. Per l'esecuzione di ognuna di queste è stato utilizzato uno stendimento con 12 geofoni a 4.5 Hz equispaziati di 1 m, per un totale di 11 m lineari.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un punto di energizzazione posto a un'estremità di ogni stendimento, alla distanza (offset) di 10 m dal primo geofono. In corrispondenza di ogni punto di energizzazione sono stati generati complessivamente n. 5 impulsi sismici.

### **Elaborazione dei dati e risultati della prova MASW**

I dati acquisiti sono stati elaborati con il software Easy MASW della Geostru software, che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

Il D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche sulle Costruzioni" mette a disposizione dei professionisti uno strumento basato sul progetto sviluppato in collaborazione dall'INGV e dal DPC - "S1" - per il calcolo dei parametri rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto per qualsiasi sito del territorio nazionale.

La suddetta normativa individua come parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli la velocità media di propagazione delle onde di taglio al di sotto del piano di fondazione ( $V_{s,eq}$ ) e viene calcolato con la seguente formula:

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo, mentre  $H$  indica la profondità del substrato (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s).

Nella Tabella di seguito riportata si presenta la classificazione sismica prevista dal suddetto Decreto Ministeriale.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

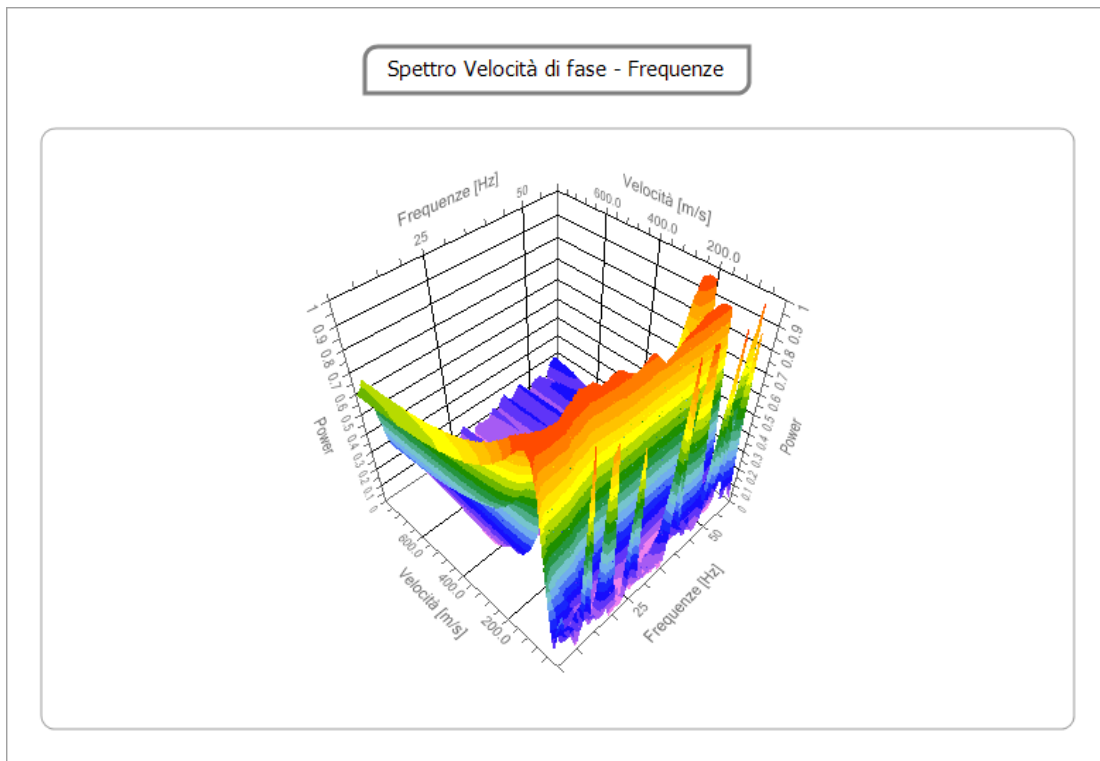
L'analisi del profilo sismostratigrafico ottenuto nelle prove eseguite risulta essere il seguente:

#### **MASW 1 – settore N dell'impianto agrivoltaico:**

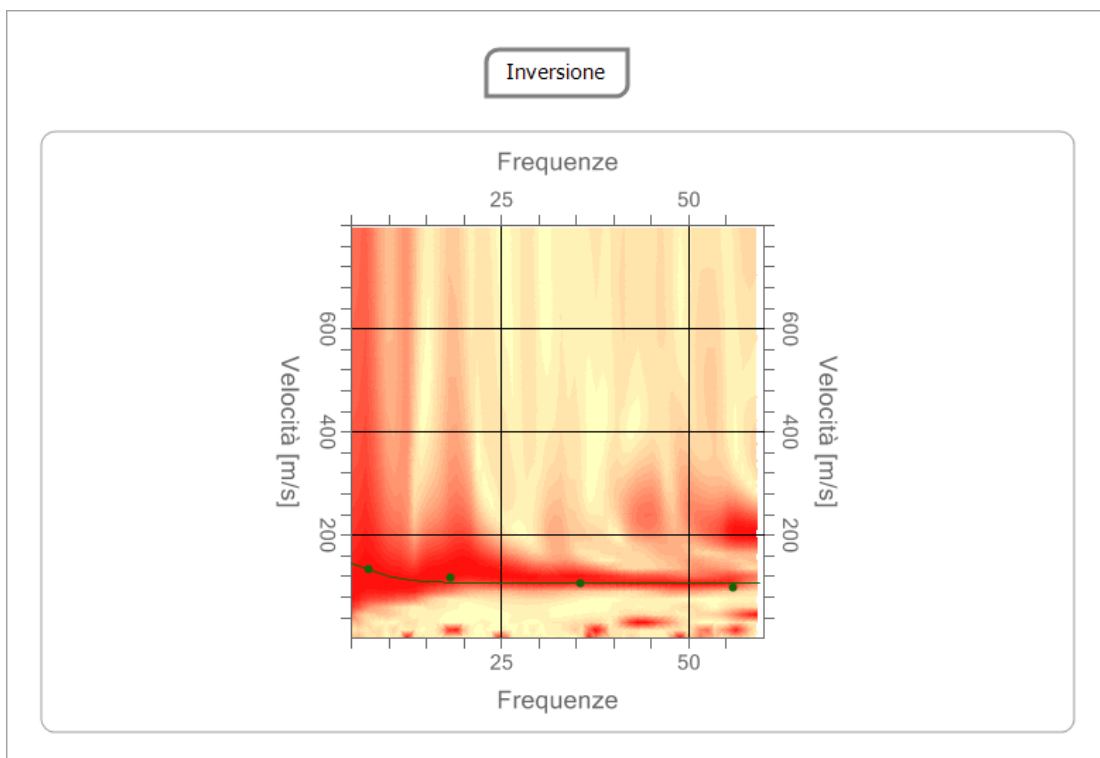
- In superficie è presente un livello di potenza prossima a 5 m caratterizzato da depositi poco - moderatamente consistenti ( $V_s$  pari a 115 m/s circa);
- Al di sotto del suddetto livello superficiale si ritrovano fino a una profondità maggiore di 30 m da p.c., si ritrovano materiali da consistenti a molto consistenti e con grado di consistenza crescente in funzione della profondità ( $V_s > 180$  m/s).

Applicando la formula riportata in precedenza, si ottiene per il sito in esame, a partire da p.c., un valore di  $V_{s,eq} = 170$  m/s.

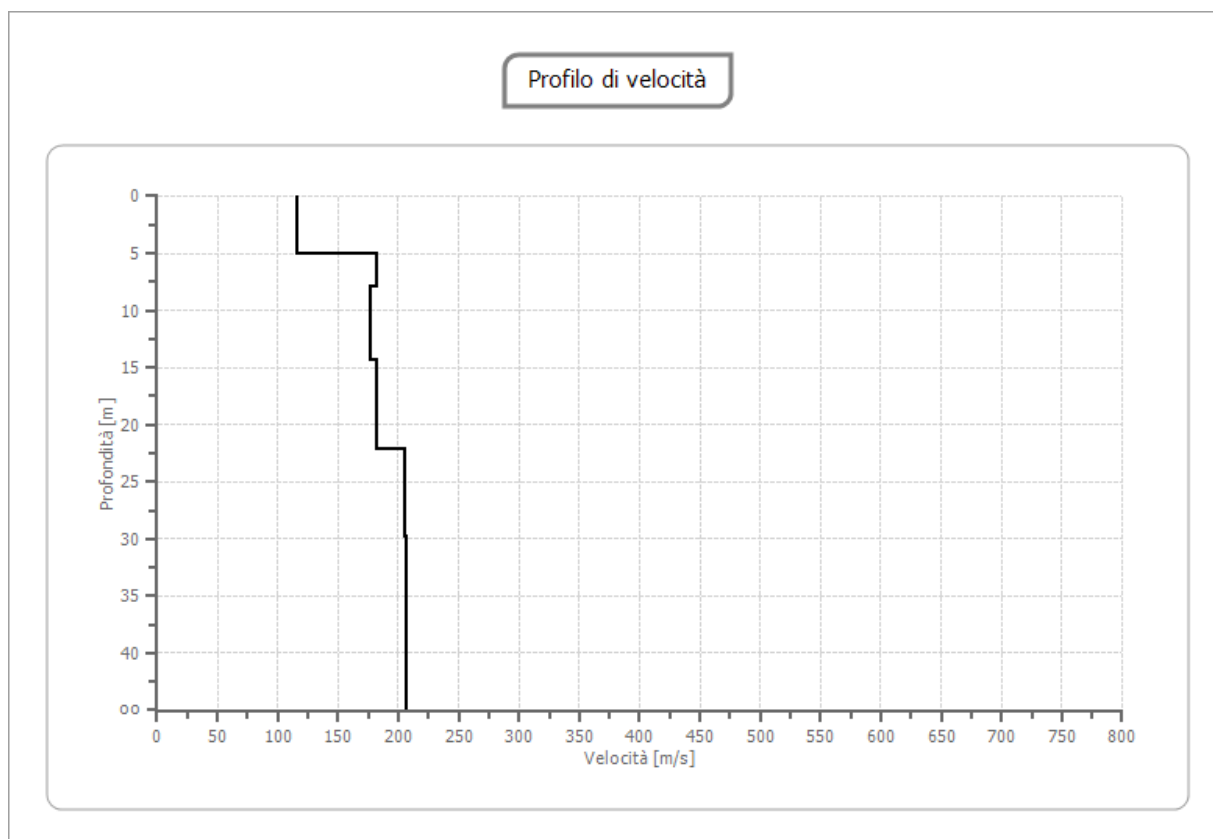
E' possibile, pertanto, affermare che il **profilo sismico** di riferimento per il sito in esame è di **tipo D**.



**Figura 7.** Spettro velocità di fase – frequenza ottenuto dall’elaborazione della prova MASW.



**Figura 8.** Traccia della curva di dispersione ottenuta dall’elaborazione della prova MASW.



**Figura 9.** Profilo della velocità delle onde S in funzione della profondità.

**Tabella 1.** Modello d'inversione del sottosuolo indagato con la prova MASW.

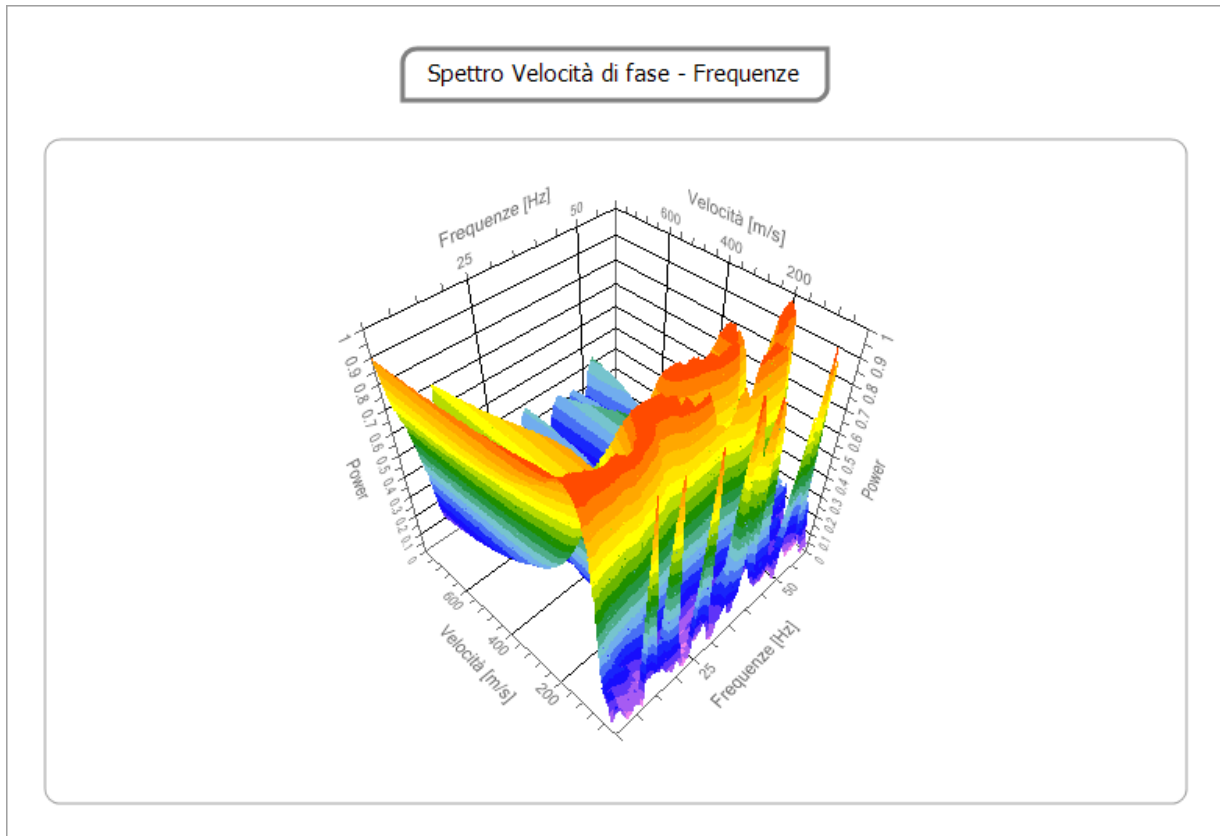
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	5.00	5.00	189.2	115.9
2	8.00	3.00	296.4	181.5
3	14.30	6.30	289.3	177.2
4	22.21	7.91	296.5	181.6
5	29.81	7.60	334.9	205.1
6	oo	oo	336.2	205.8

### MASW 2 – settore S dell'impianto agrivoltaico:

- In superficie è presente un livello di potenza prossima a 4 m caratterizzato da depositi poco - moderatamente consistenti ( $V_s$  pari a 125 m/s circa);
- Al di sotto del suddetto livello superficiale si ritrovano fino a una profondità maggiore di 30 m da p.c., si ritrovano materiali da consistenti a molto consistenti e con grado di consistenza crescente in funzione della profondità ( $V_s > 150$  m/s).

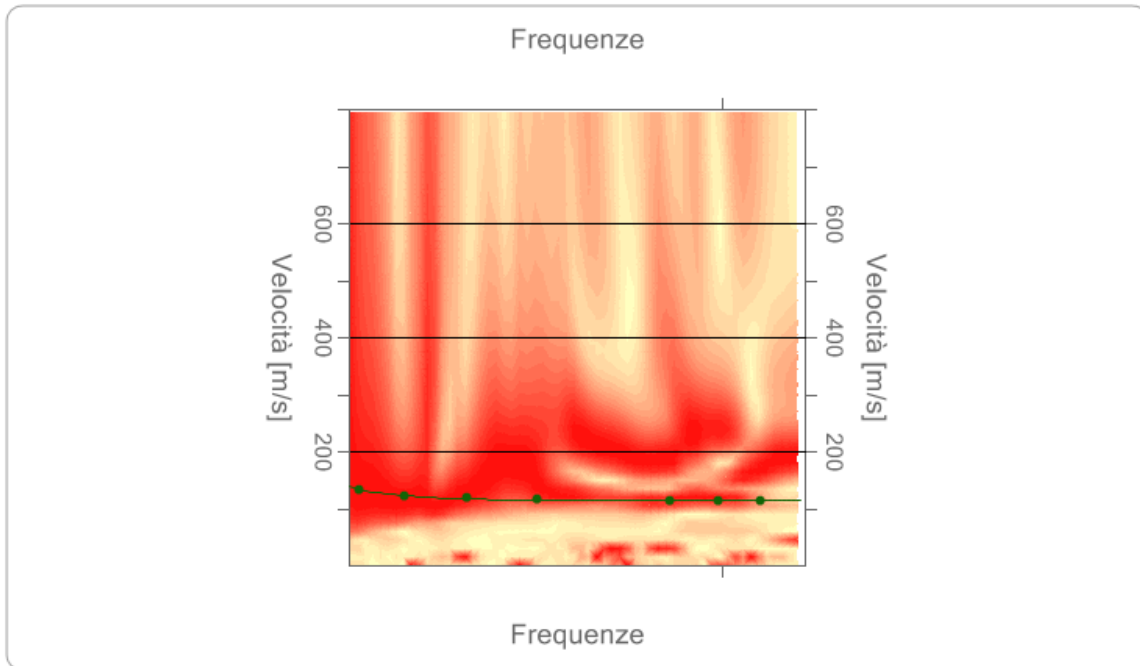
Applicando la formula riportata in precedenza, si ottiene per il sito in esame, a partire da p.c., un valore di  $V_{s,eq} = 175$  m/s.

E' possibile, pertanto, affermare che il **profilo sismico** di riferimento per il sito in esame è di **tipo D**.



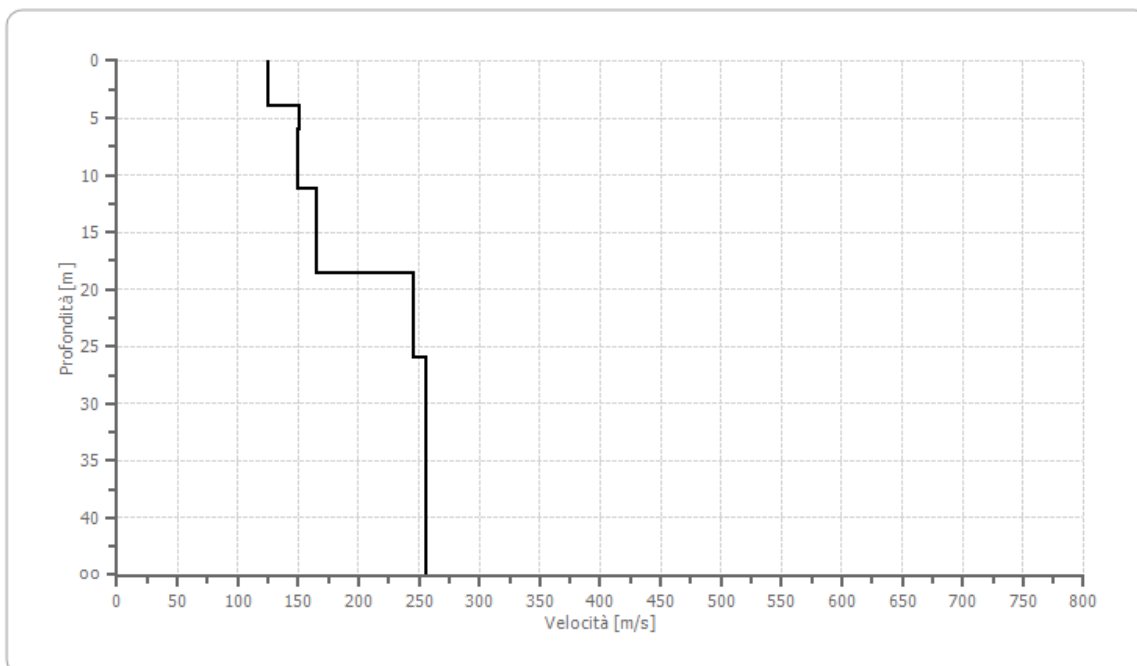
**Figura 10.** Spettro velocità di fase – frequenza ottenuto dall'elaborazione della prova MASW.

Inversione



**Figura 11.** Traccia della curva di dispersione ottenuta dall'elaborazione della prova MASW.

Profilo di velocità



**Figura 12.** Profilo della velocità delle onde S in funzione della profondità.

**Tabella 2.** Modello d'inversione del sottosuolo indagato con la prova MASW.

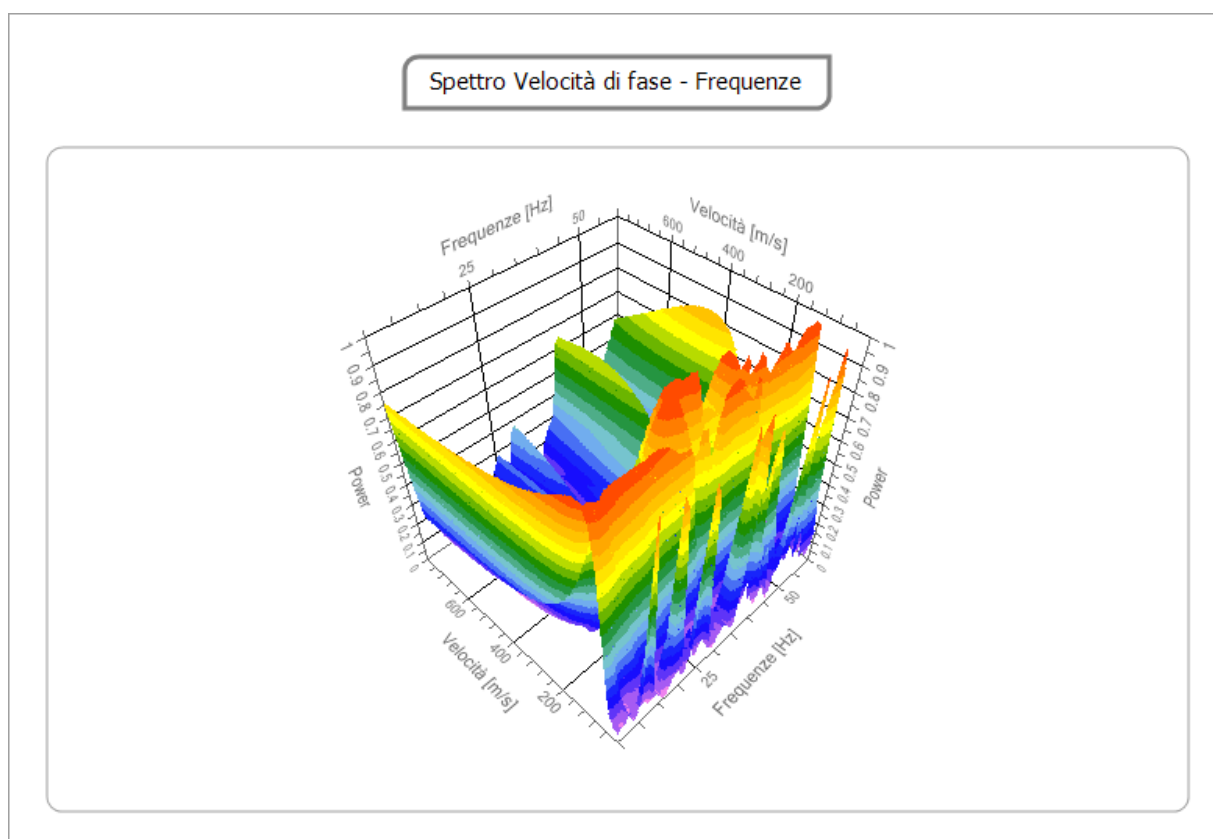
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	4.00	4.00	204.5	125.2
2	6.00	2.00	247.1	151.3
3	11.24	5.24	243.4	149.0
4	18.66	7.42	268.5	164.4
5	26.02	7.36	400.9	245.5
6	oo	oo	418.0	255.9

### MASW 3 – areale della SSU 36/132 kV:

- In superficie è presente un livello di potenza prossima a 3 m caratterizzato da depositi poco - moderatamente consistenti ( $V_s$  pari a 105 m/s circa);
- Al di sotto del suddetto livello superficiale si ritrovano fino a una profondità maggiore di 30 m da p.c., si ritrovano materiali da consistenti a molto consistenti e con grado di consistenza crescente in funzione della profondità ( $V_s > 130$  m/s).

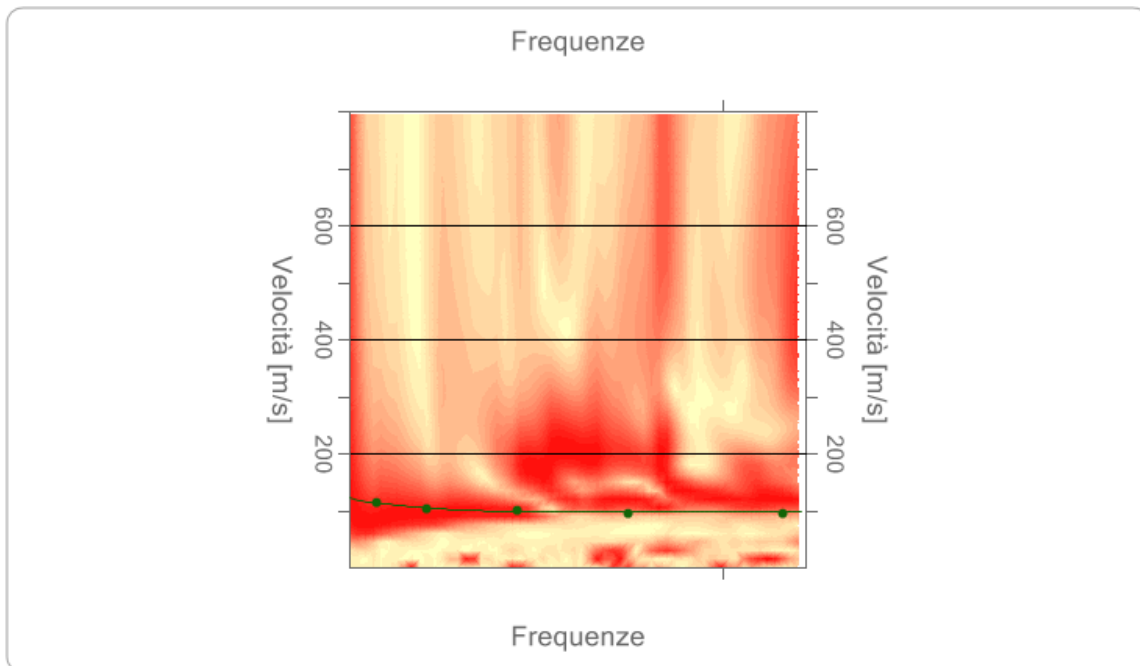
Applicando la formula riportata in precedenza, si ottiene per il sito in esame, a partire da p.c., un valore di  $V_{s,eq} = 165$  m/s.

E' possibile, pertanto, affermare che il **profilo sismico** di riferimento per il sito in esame è di **tipo D**.



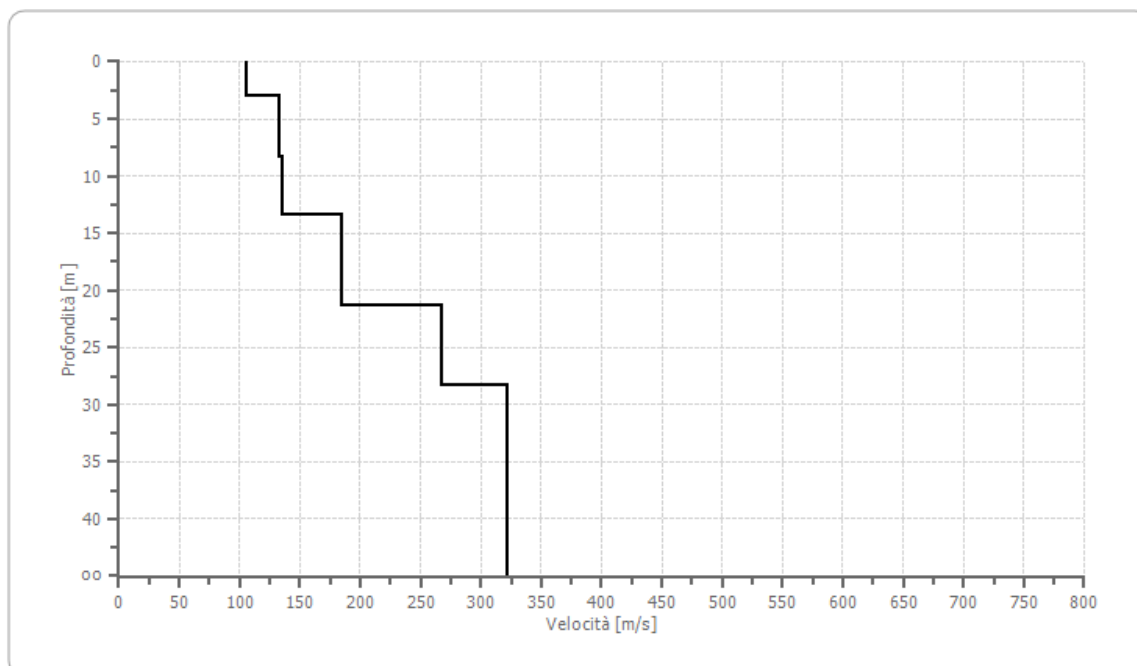
**Figura 13.** Spettro velocità di fase – frequenza ottenuto dall'elaborazione della prova MASW.

Inversione



**Figura 14.** Traccia della curva di dispersione ottenuta dall'elaborazione della prova MASW.

Profilo di velocità



*Figura 15. Profilo della velocità delle onde S in funzione della profondità.*

*Tabella 3. Modello d'inversione del sottosuolo indagato con la prova MASW.*

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.00	3.00	173.1	106.0
2	8.35	5.35	217.5	133.2
3	13.36	5.01	220.8	135.2
4	21.36	8.00	301.9	184.9
5	28.36	7.00	437.0	267.6
6	∞	∞	525.1	321.6

## 5 Caratteri sismici dell'area di indagine

Secondo l'Ordinanza 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, aggiornata con le comunicazioni fornite dalle Regioni, vengono individuate, nelle "norme tecniche", 4 valori di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Ag/g). Ciascuna zona viene individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (Ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (Ag/g).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [Ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [Ag/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Nell'ambito della riclassificazione sismica del territorio nazionale, secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, aggiornata con la Deliberazione della Giunta Regionale n.1435 del 21 luglio 2003 e successivamente con la n.1164 del 23 luglio 2018, il territorio comunale di Portomaggiore risulta classificato nell'ambito della Zona 3. Tale zona corrisponde a:

- Accelerazione orizz. con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [Ag/g] = 0,05-0,15;
- Accelerazione orizz. di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [Ag/g] = 0,15.

Il territorio comunale di Argenta risulta classificato nell'ambito della Zona 2.

Tale zona corrisponde a:

- Accelerazione orizz. con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [Ag/g] = 0,15-0,25;
- Accelerazione orizz. di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [Ag/g] = 0,25.

### Categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, come riportato nel D.M. delle Infrastrutture 17.01.2018, punto 3.2.2 "Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche", si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (Tabella 3.2.II - le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni superficiali, oppure alla quota di testa dei pali nel caso di fondazioni speciali):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Nelle definizioni precedenti  $V_{s,eq}$  è la velocità media di propagazione delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo, mentre  $H$  indica la profondità del substrato (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s).

I terreni indagati, in base alle caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti in sito nonché da quanto emerso dalle indagini eseguite, rientrano all'interno della categoria D.

#### Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $O_{Fo}$  e  $T_{c^*}$  relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V del D.M., nelle quali  $g$  è l'accelerazione di gravità ed il tempo  $T_{c^*}$  è espresso in secondi.

**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$**

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_r$  considerati dalla pericolosità sismica, i 3 parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- $a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica;
- $F_o$  e  $T_c^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Sempre in merito alle indicazioni fornite nel suddetto punto 3.2.2, si rappresenta che la risposta sismica locale di un sito, oltre che dalle caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo, dipende anche dalla conformazione morfologica dei luoghi. Pertanto, qualora le caratteristiche topografiche dei luoghi non risultino particolarmente complesse (caso nel quale è necessario prevedere una modellizzazione particolare del sito, necessaria per identificare correttamente le caratteristiche di risposta sismica locale), vengono individuate 4 diverse categorie topografiche, rappresentative di altrettante configurazioni superficiali semplici, riportate nella successiva tabella (Tabella 3.2.IV).

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

Come riportato nel Decreto, le su esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

**L'area d'intervento (area di progetto e opere connesse), secondo quanto verificato dai rilevamenti eseguiti in sito, ricade in una zona ad acclività molto bassa: pertanto, tale area risulta essere compresa nella categoria topografica T1.**

A partire dall'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, ora sostituito dal D.M. 17.01.2018, la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s,eq} > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Ciò comporta delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative.

Ai fini della stima dell'azione sismica di progetto relativa al sito ubicato nel territorio comunale in oggetto, con le precedenti normative in campo antisismico, applicando il criterio "zona dipendente" avremmo potuto stimare l'accelerazione di base (senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni) in maniera automatica, poiché essa sarebbe stata direttamente correlata alla Zona sismica di appartenenza del Comune (nel caso in esame, Zone sismiche 2 e 3).

La classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le coordinate geografiche (o l'indirizzo ove disponibile), riportate nel reticolo di riferimento.

Ai fini della determinazione della pericolosità sismica il primo passo consiste nella determinazione di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido). Per tale determinazione è necessario conoscere, come anticipato, le coordinate geografiche dell'opera da verificare. Le coordinate geografiche dovranno essere trasformate da gradi sessagesimali a decimali. Si determina, quindi, la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali

fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto. Di seguito si riportano i parametri sismici di riferimento validi per i siti in esame.

### A) Area impianto agrivoltaico

Tipo di elaborazione: stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,679262

longitudine: 11,776944

Classe: 4

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16070 Lat: 44,6719 Lon: 11,7334 Distanza: 3539,542

Sito 2 ID: 16071 Lat: 44,6729 Lon: 11,8036 Distanza: 2224,430

Sito 3 ID: 15849 Lat: 44,7229 Lon: 11,8022 Distanza: 5250,123

Sito 4 ID: 15848 Lat: 44,7219 Lon: 11,7319 Distanza: 5927,553

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 100anni

Coefficiente cu: 2

<b>Operatività (SLO):</b> Probabilità di superamento: 81 % Tr: 60 [anni] ag: 0,059 g Fo: 2,477 Tc*: 0,277 [s]	<b>Danno (SLD):</b> Probabilità di superamento: 63 % Tr: 101 [anni] ag: 0,077 g Fo: 2,557 Tc*: 0,269 [s]
<b>Salvaguardia della vita (SLV):</b> Probabilità di superamento: 10 % Tr: 949 [anni] ag: 0,204 g Fo: 2,534 Tc*: 0,279 [s]	<b>Prevenzione dal collasso (SLC):</b> Probabilità di superamento: 5 % Tr: 1950 [anni] ag: 0,269 g Fo: 2,463 Tc*: 0,290 [s]

### Coefficienti Sismici

<b>SLO:</b> Ss: 1,800 Cc: 2,380 St: 1,000 Kh: 0,021 Kv: 0,011 Amax: 1,047 Beta: 0,200	<b>SLD:</b> Ss: 1,800 Cc: 2,410 St: 1,000 Kh: 0,028 Kv: 0,014 Amax: 1,363 Beta: 0,200
<b>SLV:</b> Ss: 1,620 Cc: 2,360 St: 1,000 Kh: 0,093 Kv: 0,046 Amax: 3,246 Beta: 0,280	<b>SLC:</b> Ss: 1,410 Cc: 2,320 St: 1,000 Kh: 0,106 Kv: 0,053 Amax: 3,718 Beta: 0,280

### B) Area SSU 36/132 e cavidotto 132 kV (alla SSU 30/132 kV)

Tipo di elaborazione: stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,654507856259  
longitudine: 11,8531578819925  
Classe: 4  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16071 Lat: 44,6729 Lon: 11,8036 Distanza: 4420,299  
Sito 2 ID: 16072 Lat: 44,6739 Lon: 11,8739 Distanza: 2708,880  
Sito 3 ID: 16294 Lat: 44,6239 Lon: 11,8753 Distanza: 3826,509  
Sito 4 ID: 16293 Lat: 44,6229 Lon: 11,8051 Distanza: 5177,800

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 100anni  
Coefficiente cu: 2

<b>Operatività (SLO):</b> Probabilità di superamento: 81 % Tr: 60 [anni] ag: 0,060 g Fo: 2,476 Tc*: 0,278 [s]	<b>Danno (SLD):</b> Probabilità di superamento: 63 % Tr: 101 [anni] ag: 0,078 g Fo: 2,544 Tc*: 0,269 [s]
<b>Salvaguardia della vita (SLV):</b> Probabilità di superamento: 10 % Tr: 949 [anni] ag: 0,206 g Fo: 2,530 Tc*: 0,280 [s]	<b>Prevenzione dal collasso (SLC):</b> Probabilità di superamento: 5 % Tr: 1950 [anni] ag: 0,270 g Fo: 2,462 Tc*: 0,291 [s]

### Coefficienti Sismici

<p>SLO:</p> <p>Ss: 1,800 Cc: 2,370 St: 1,000 Kh: 0,022 Kv: 0,011 Amax: 1,061 Beta: 0,200</p>	<p>SLD:</p> <p>Ss: 1,800 Cc: 2,410 St: 1,000 Kh: 0,028 Kv: 0,014 Amax: 1,384 Beta: 0,200</p>
<p>SLV:</p> <p>Ss: 1,620 Cc: 2,360 St: 1,000 Kh: 0,093 Kv: 0,047 Amax: 3,266 Beta: 0,280</p>	<p>SLC:</p> <p>Ss: 1,400 Cc: 2,320 St: 1,000 Kh: 0,106 Kv: 0,053 Amax: 3,709 Beta: 0,280</p>

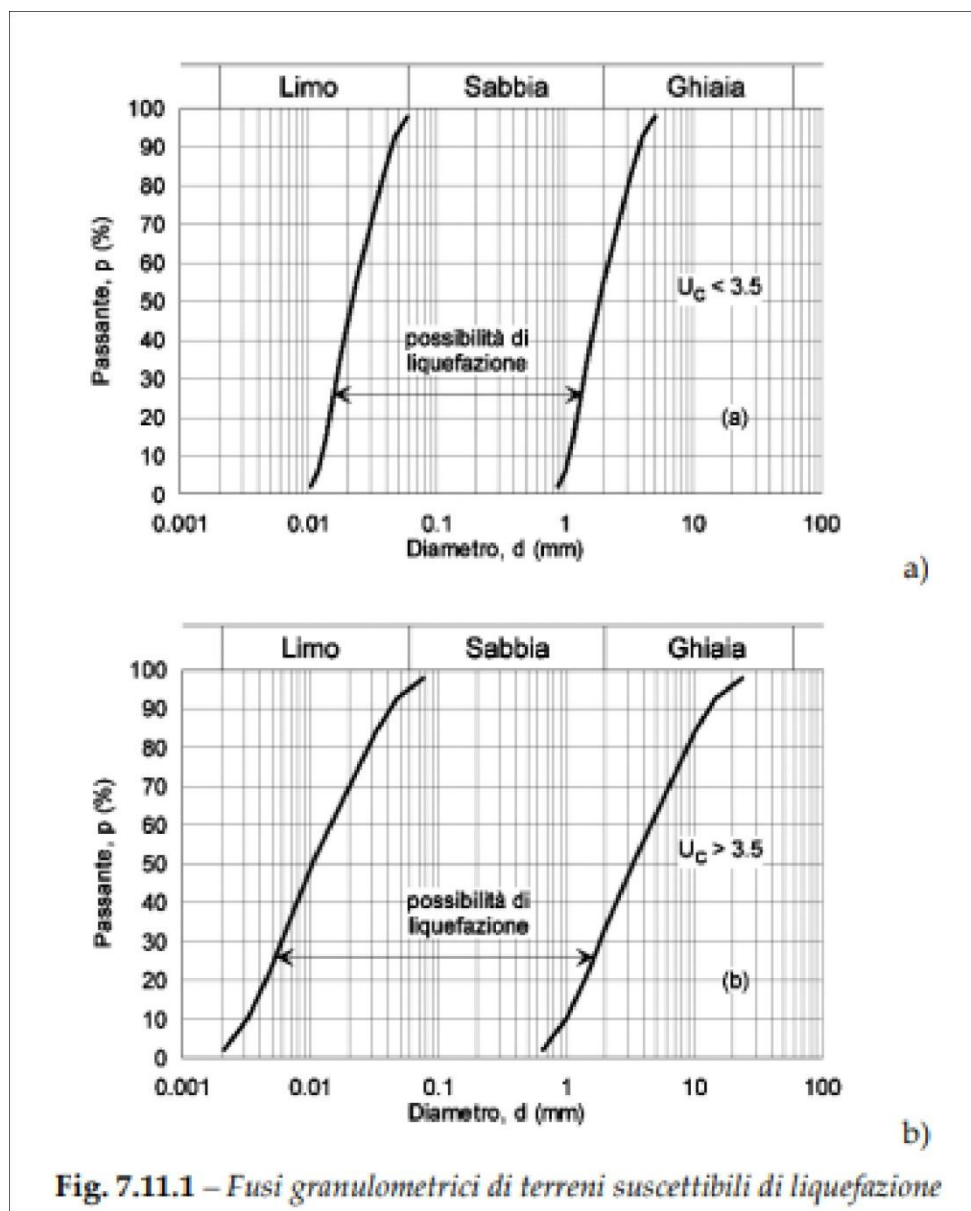
### Verifica del potenziale di liquefazione dei terreni di fondazione

Come indicato al punto 7.11.3.4.1 “Generalità” delle NTC 2018, il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l’impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

Come indicato al punto 7.11.3.4.2, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:


1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)60 > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)60$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



Valutato quanto sopra indicato, si rappresenta che i siti in esame non risultano potenzialmente soggetti a fenomeni di liquefazione essendo la granulometria media dei depositi superficiali non compresa nel campo di potenziale liquefazione.

Si evidenzia inoltre che i siti d'intervento, come rappresentato nella tavola B.4.2 del P.S.C. "Carta della potenziale presenza dei caratteri predisponenti agli effetti di sito", non ricadono in zone

	ID Documento Committente <b>CoD_098_FV_00065_BCR</b>	Pagina 81 / 95
		Numero Revisione
		00

interessate da elementi predisponenti l'instabilità per liquefazione delle sabbie sature, né per subsidenza dei terreni molli a grana fine.

In accordo con le indicazioni tecniche fornite nei vigenti Piani urbanistici locali, si evidenzia che a supporto della progettazione esecutiva degli interventi in progetto verranno eseguiti approfondimenti relativi al potenziale di liquefazione dei siti d'intervento, specie in relazione alle caratteristiche strutturali e fondazionali delle opere di futura realizzazione.

**Dall'analisi effettuata è emerso che i terreni presenti in sito, al di sotto del piano di appoggio delle opere fondazionali dei manufatti in progetto, non risultano liquefacibili.**

## 6 Conclusioni


Alla luce delle indagini geologico - tecniche eseguite nelle aree d'intervento ed in quelle ad esse circostanti, si può concludere che i siti in esame debbano ritenersi idonei ad accogliere le opere in progetto ed i relativi carichi indotti dalle strutture, nell'assoluto rispetto delle raccomandazioni geologiche l.s. di seguito fornite.

### **Si attesta, pertanto, la fattibilità geologico – tecnica dell' intervento in progetto.**

Trattandosi della realizzazione di un intervento collocato all'interno di un contesto già antropizzato, si ritiene che gli effetti indotti sull'ambiente circostante saranno contenuti.

Stante quanto indicato sopra, si riportano alcune prescrizioni da seguire obbligatoriamente in fase di progettazione esecutiva e di realizzazione lavori.


- **In fase esecutiva, andrà prevista, quando necessario, la figura del Geologo**, al fine di:
  - valutare eventuali problematiche di carattere geologico – tecnico ed idrogeologico emerse, non previste in fase progettuale, fornendone le adeguate soluzioni tecniche;
  - valutare, mediante apposite prove sui fronti di scavo e/o sul piano di fondazione, i caratteri geologici e geotecnici dei litotipi ricadenti nel volume significativo di terreno dei manufatti in costruzione, ai fini delle verifiche strutturali di questi;
  - supportare la D.L. circa possibili varianti resesi necessarie in corso d'opera;
  - valutare la corretta esecuzione di tutte le attività coinvolgenti la componente geologica l. s.;
  - effettuare un'attenta analisi visiva del terreno di fondazione per accertare la presenza di eventuali disomogeneità dello stesso e, se rilevate, fornire adeguate soluzioni esecutive atte a garantire il buon esito dell'intervento in oggetto.
- **Evitare fenomeni di appoggio differenziato su porzioni di terreno a diverso grado d'addensamento e consolidamento, il tutto al fine di evitare cedimenti o dissesti.**
- Al di sotto delle fondazioni in c.a., ove previste, dovrà essere gettato in opera un "magrone" di sottofondo in ghiaia o misto granulare anidro, ben costipato e livellato, od eventualmente in cls, di adeguato spessore ed estensione, con eventuale rete elettrosaldata.
- **Ogni fronte aperto** – anche non previsto da progetto, ma resosi necessario in fase operativa
  - **dovrà essere adeguatamente contrastato e sostenuto dalle necessarie opere controterra** (sia di tipo provvisoria, sia, laddove divenuto necessario, di tipo definitivo), al fine di garantire la sicurezza in fase esecutiva ed a lavori ultimati dell'area d'intervento e di un suo congruo intorno. Nel caso si verificino situazioni di disomogeneità, sarà necessario procedere a sistemazioni differenziate.
- **I lavori di scavo dovranno essere eseguiti a campioni di ridotte dimensioni ed in periodi di scarse precipitazioni**, ponendo l'usuale attenzione per le pareti verticalizzate, specie in

	<p>ID Documento Committente</p> <p><b>CoD_098_FV_00065_BCR</b></p>	Pagina 83 / 95
		Numero Revisione
		00

coltre, ove potrebbero verificarsi dei dissesti, evitando lunghe esposizioni dei fronti di scavo agli agenti atmosferici.

- **I riporti, temporanei e/o definitivi, andranno depositati in aree la cui stabilità, puntuale e del loro intorno, sia stata oggetto di attenta verifica in fase esecutiva, al fine di garantire la sicurezza dei luoghi nel tempo.**
- **Osservare** attentamente, da parte dell'Impresa esecutrice, sotto il controllo del Responsabile della sicurezza e della D.L., l'assoluto rispetto delle **norme in materia di sicurezza nei cantieri**.
- Andranno posti in essere tutti gli interventi, gli accorgimenti e le cautele atte a garantire la sicurezza dei luoghi.

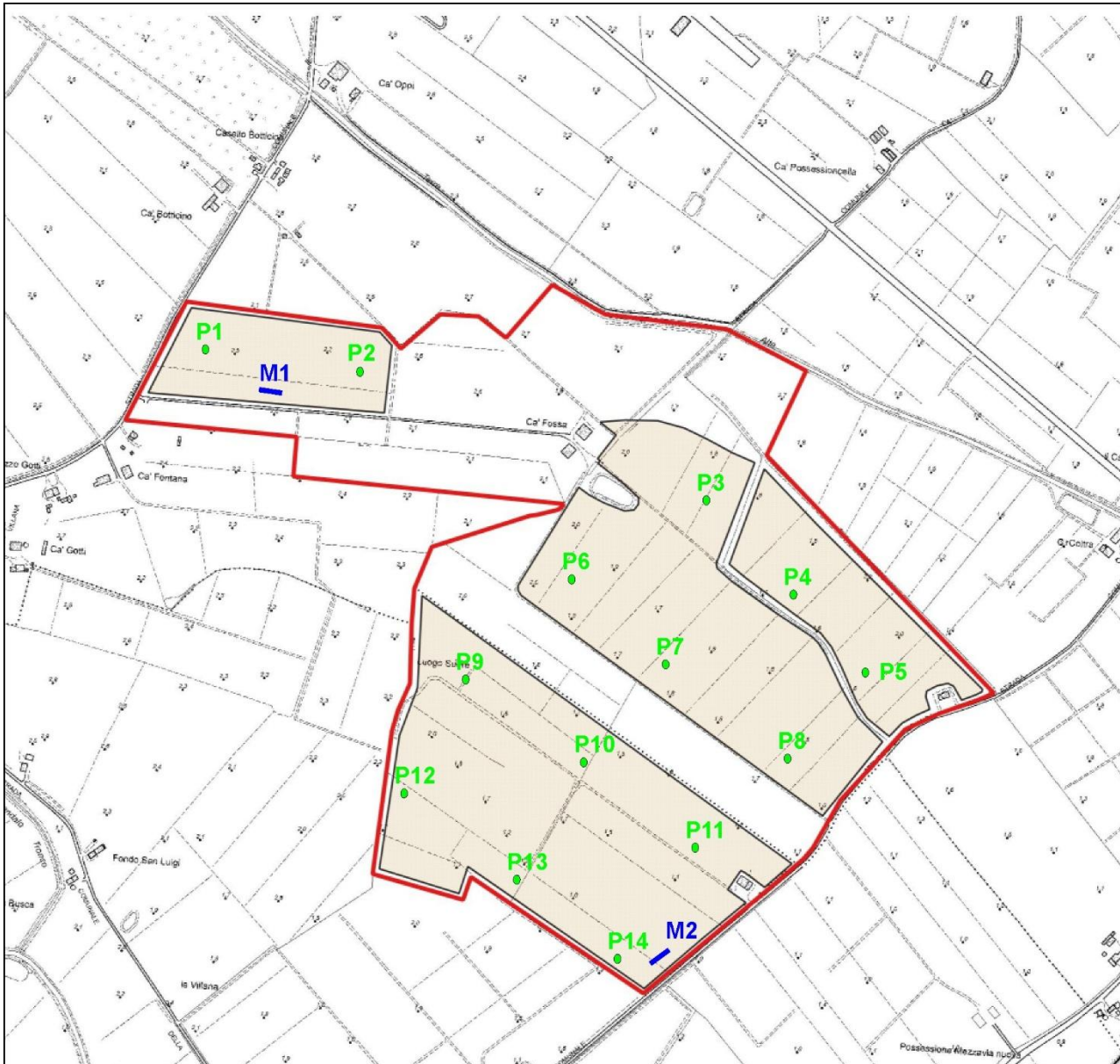
La presente relazione costituisce adempimento alle Norme Tecniche di cui al D.M. 17.01.2018.

	<p>ID Documento Committente</p> <p><b>CoD_098_FV_00065_BCR</b></p>	Pagina 84 / 95
		Numero Revisione
		00

## 7 Allegati

- Carta con ubicazione delle prove eseguite in sito – area dell’impianto agrivoltaico (scala 1:10.000);
- Carta con ubicazione delle prove eseguite in sito – area della SSU 36/132 kV di elevazione (scala 1:10.000);
- Documentazione fotografica delle prove eseguite in sito;
- Istogrammi delle prove penetrometriche dinamiche eseguite in sito.

## 7.1 Carta con ubicazione delle prove eseguite in sito (area di impianto)



Scala 1:10.000

(P = prova penetrometrica DPH; M = prova sismica MASW)

## 7.2 Carta con ubicazione delle prove eseguite in sito (macro area SSU 36/132 kV)



Scala 1:10.000

(P = prova penetrometrica DPH; M = prova sismica MASW)

### 7.3 Documentazione fotografica delle prove eseguite in situ



*Figura 16. Prova penetrometrica P1.*



*Figura 17. Prova penetrometrica P2.*



*Figura 18. Prova penetrometrica P3.*



*Figura 19. Prova penetrometrica P4.*



*Figura 20. Prova penetrometricaP5.*



*Figura 21. Prova penetrometricaP6.*



*Figura 22. Prova penetrometrica P7.*



*Figura 23. Prova penetrometrica P8.*



*Figura 24. Prova penetrometrica P9.*



*Figura 25. Prova penetrometrica P10.*



*Figura 26. Prova penetrometrica P11.*



*Figura 27. Prova penetrometrica P12.*



*Figura 28. Prova penetrometrica P13.*



*Figura 29. Prova penetrometrica P14.*



*Figura 30. Prova penetrometrica P15.*



*Figura 31. Prova penetrometrica M1.*

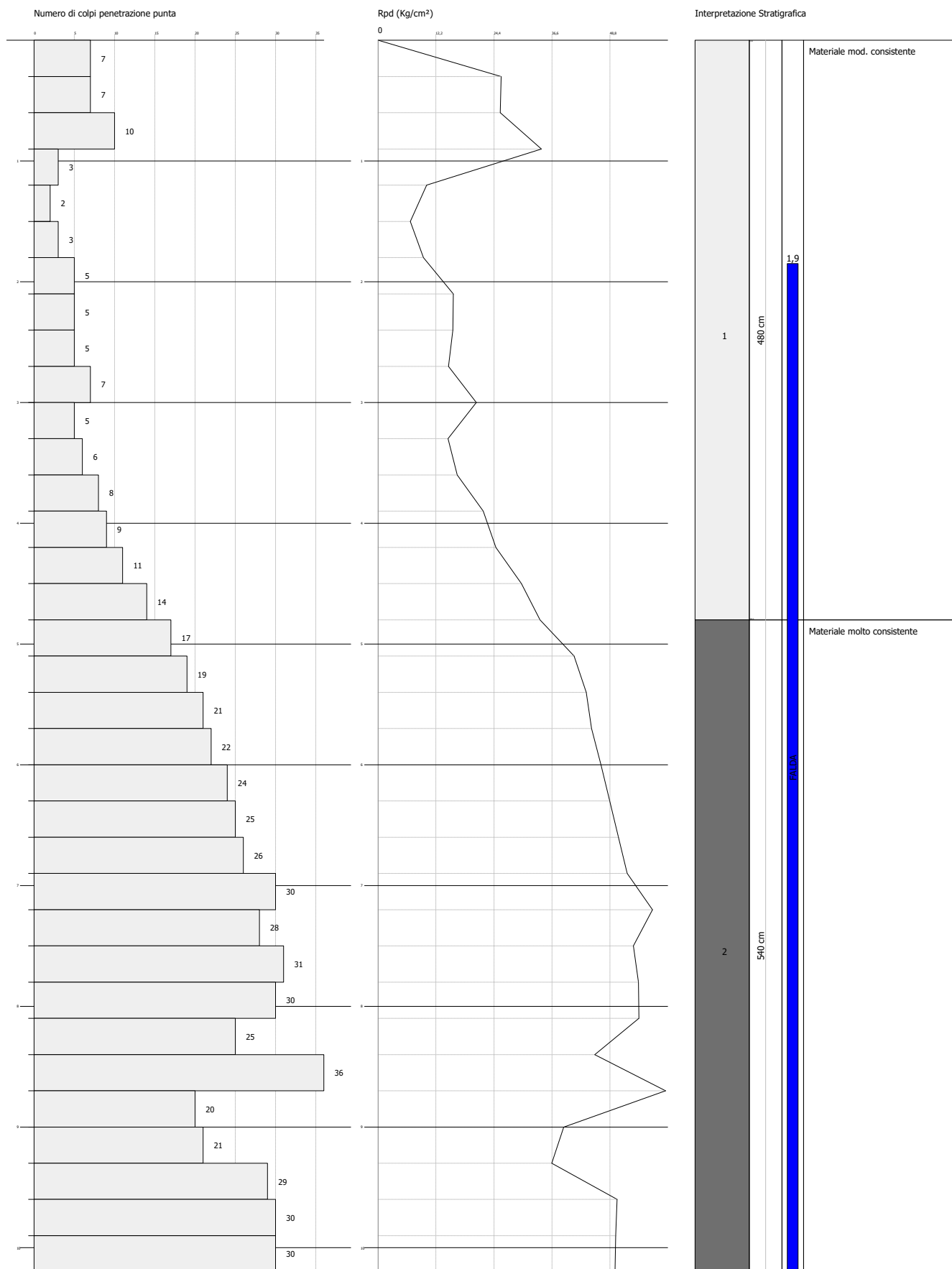


*Figura 32. Prova penetrometrica M2.*



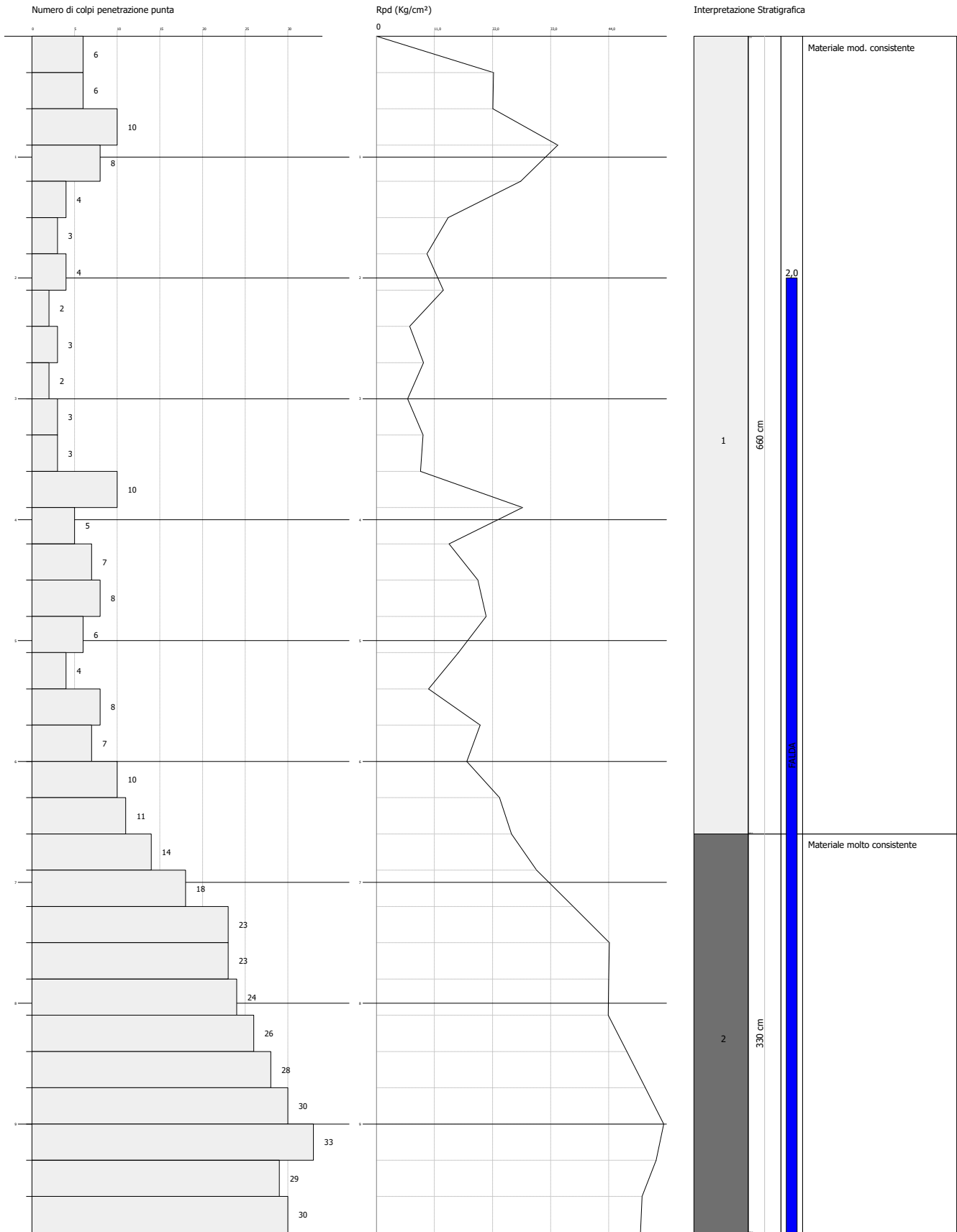
*Figura 33. Prova penetrometrica M3.*

Committente:  
 Cantiere:  
 Località:



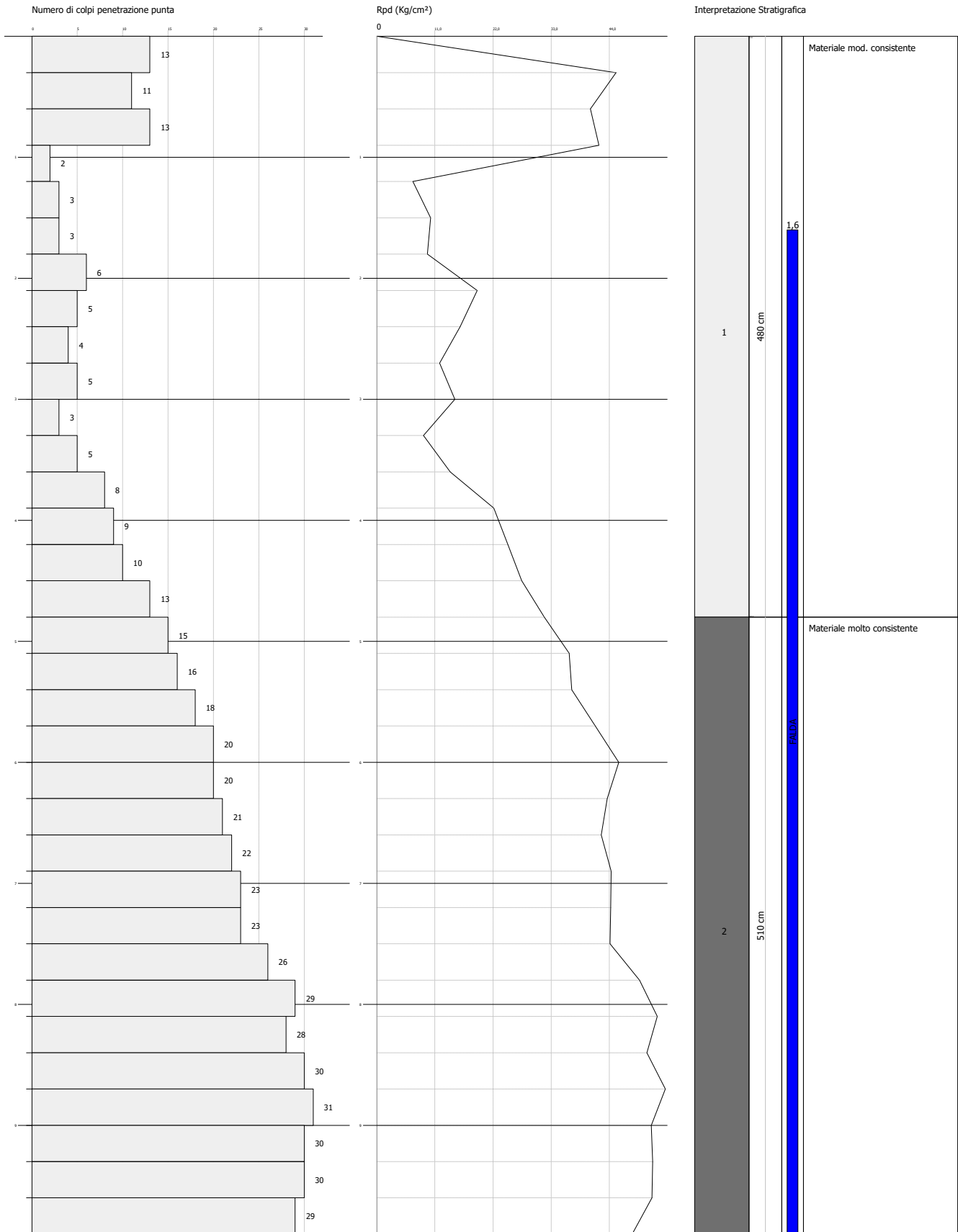
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



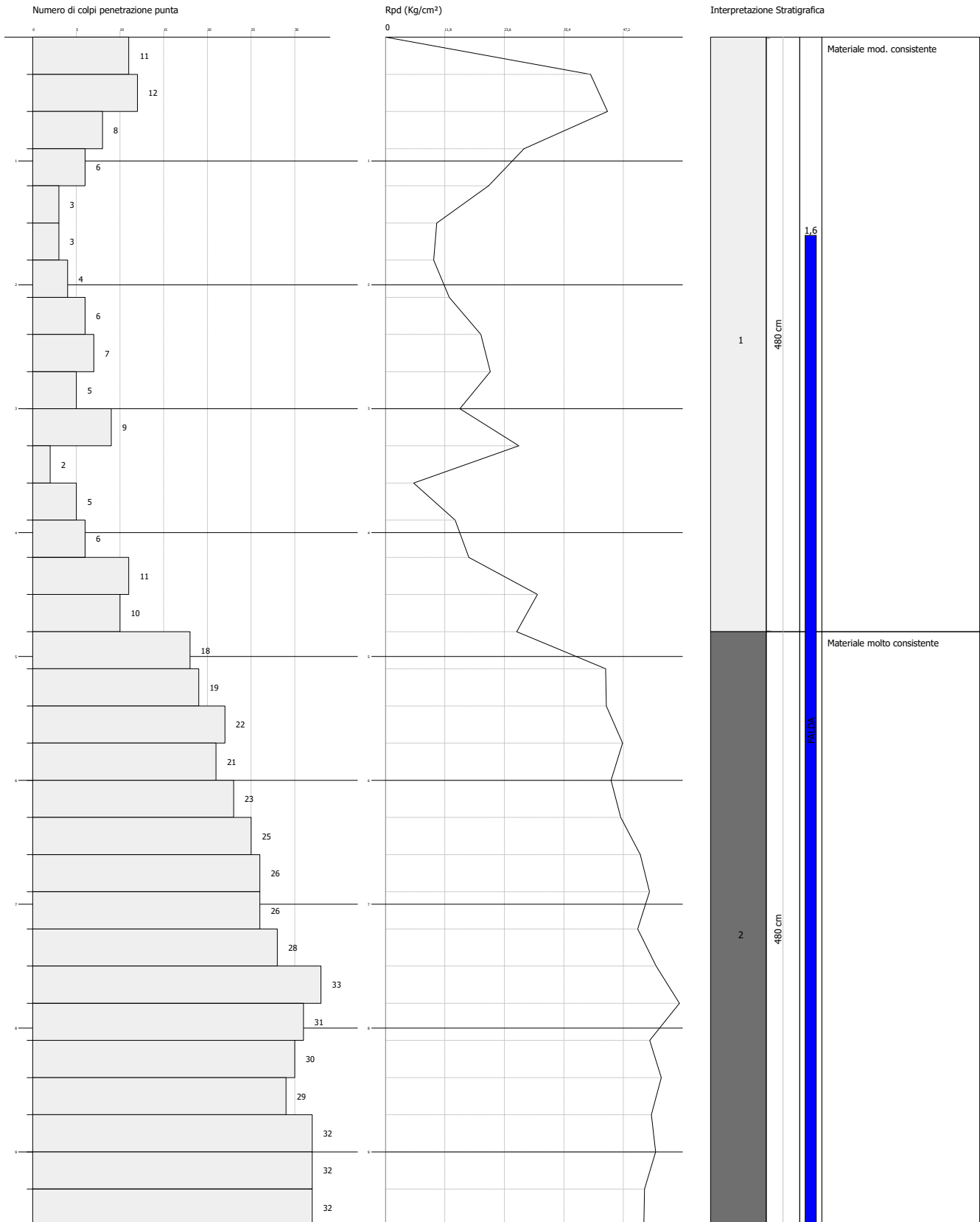
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



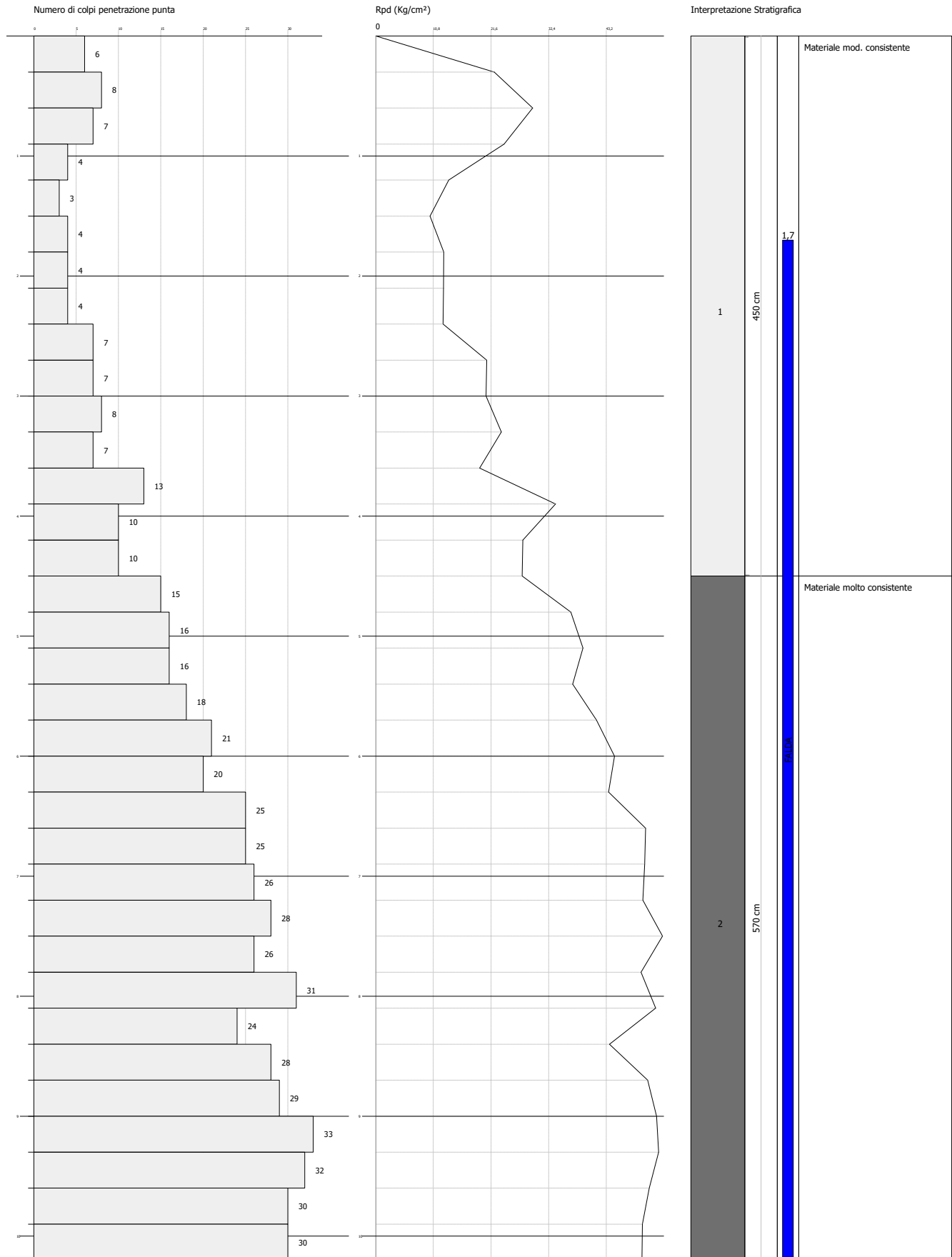
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



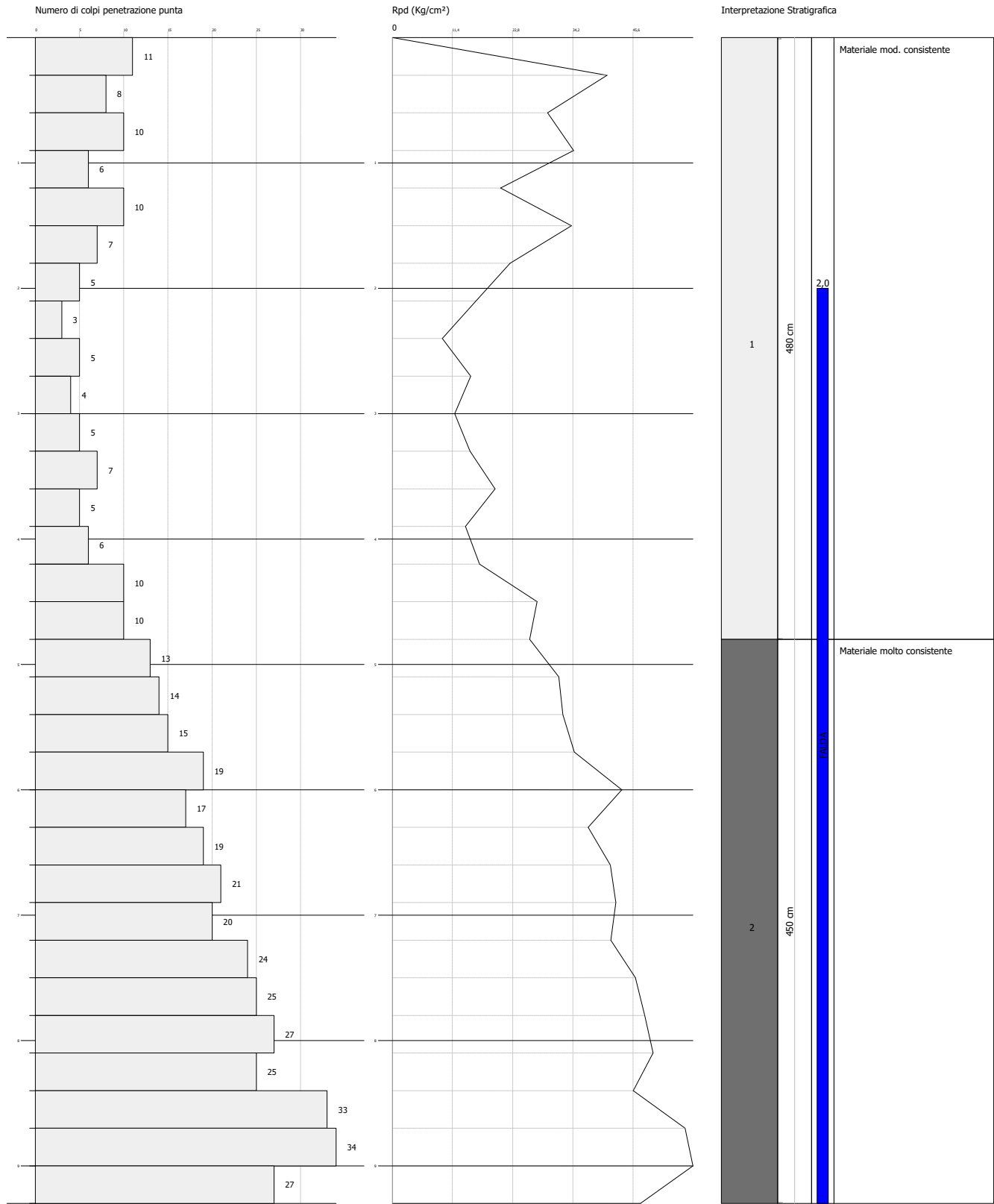
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



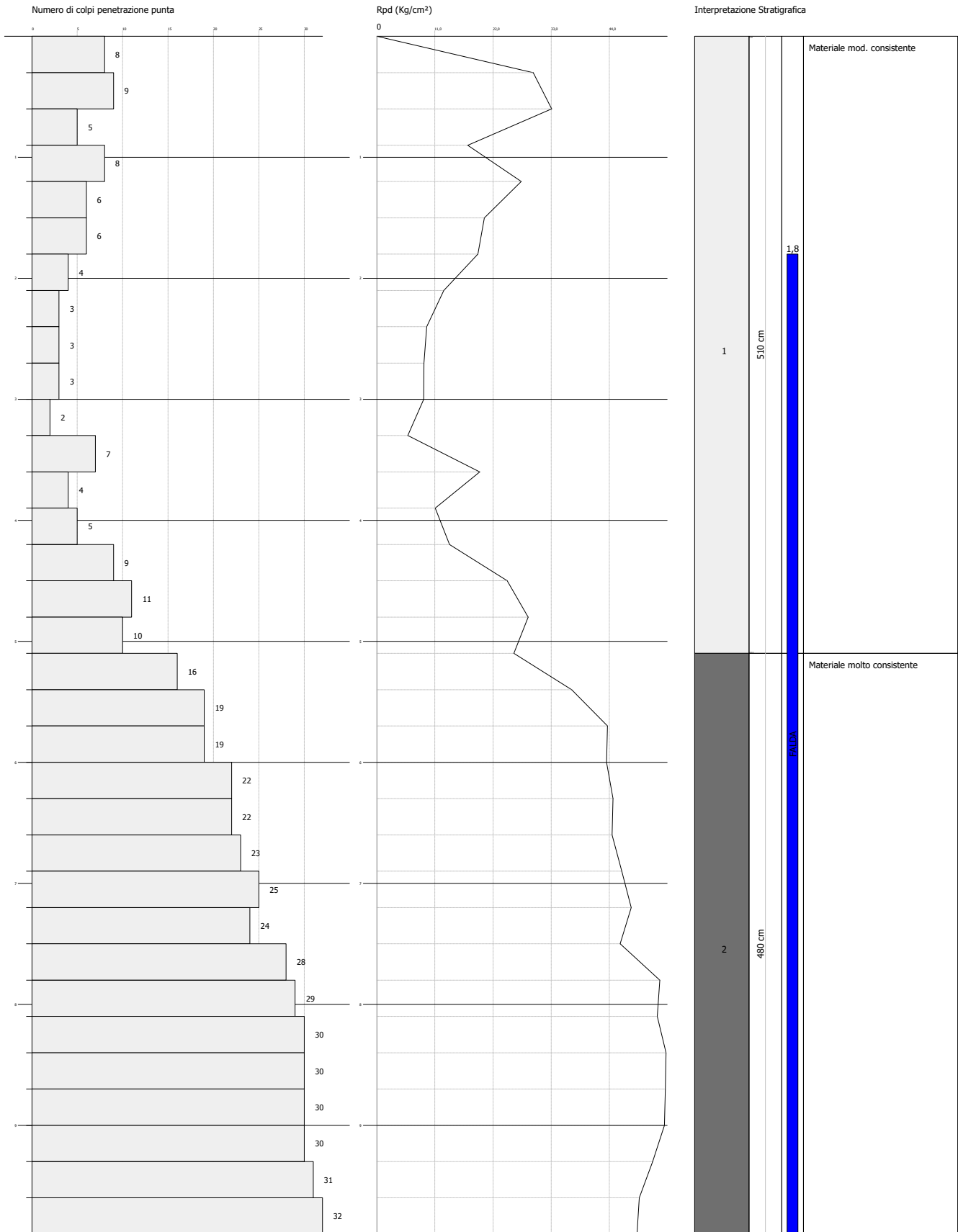
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



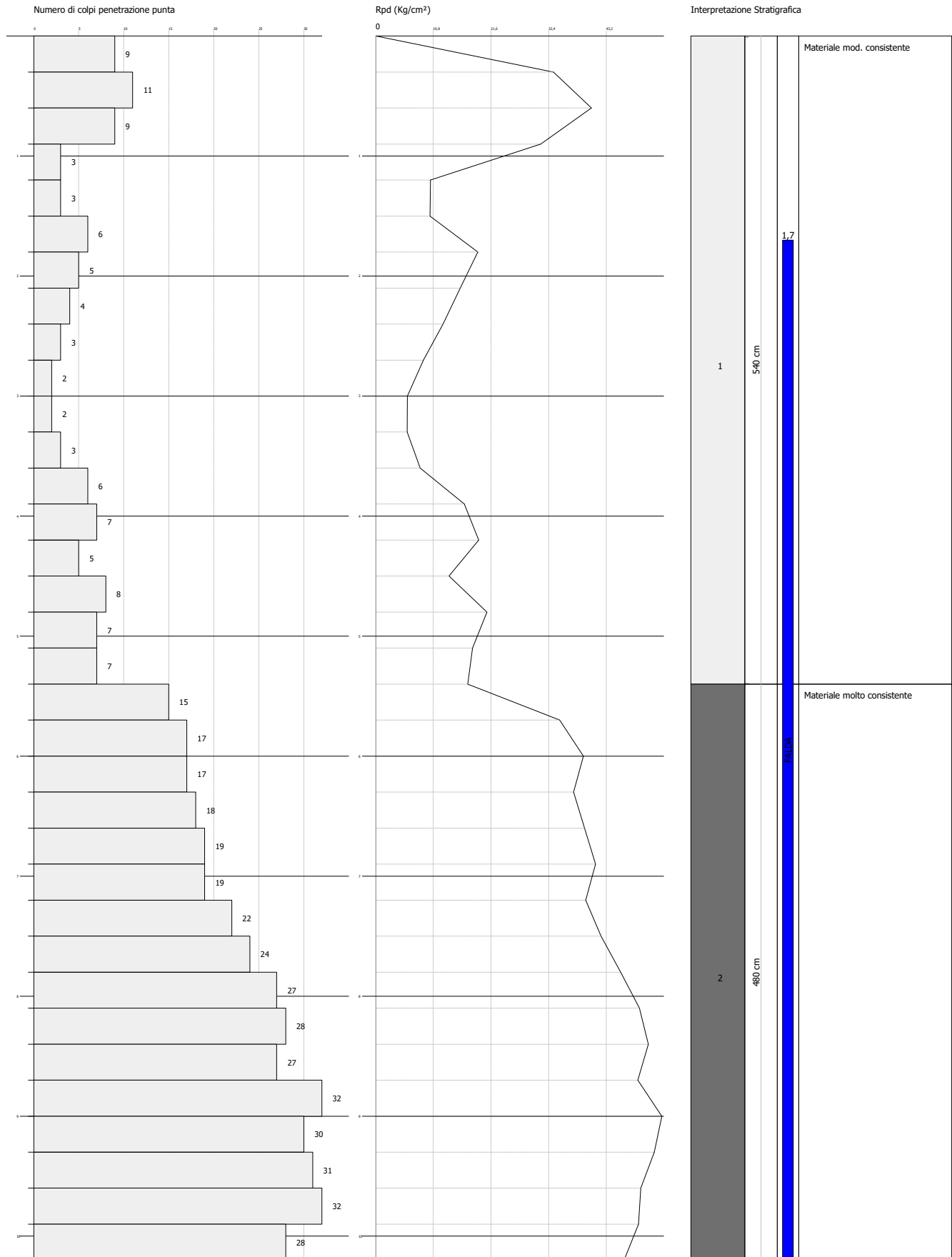
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



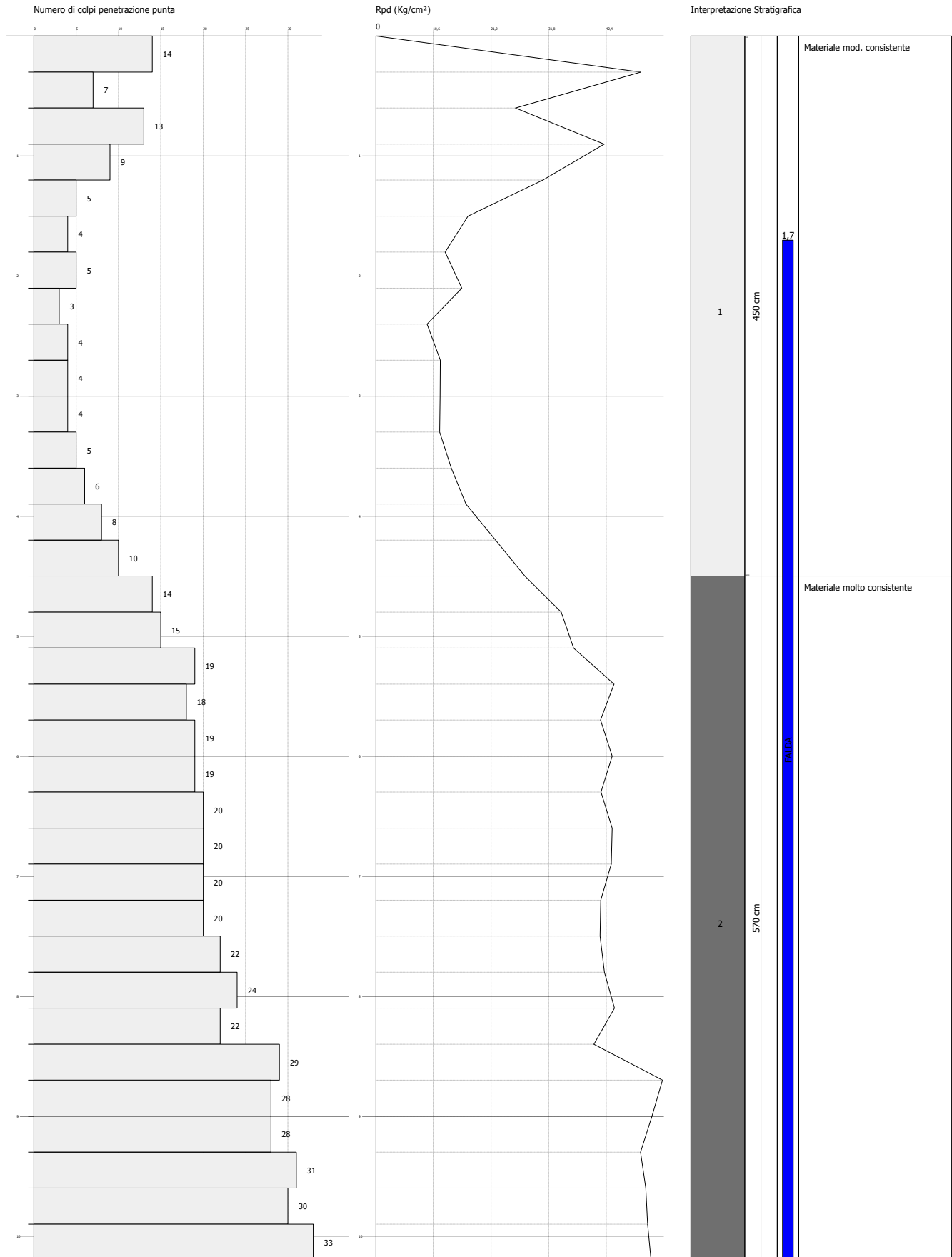
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



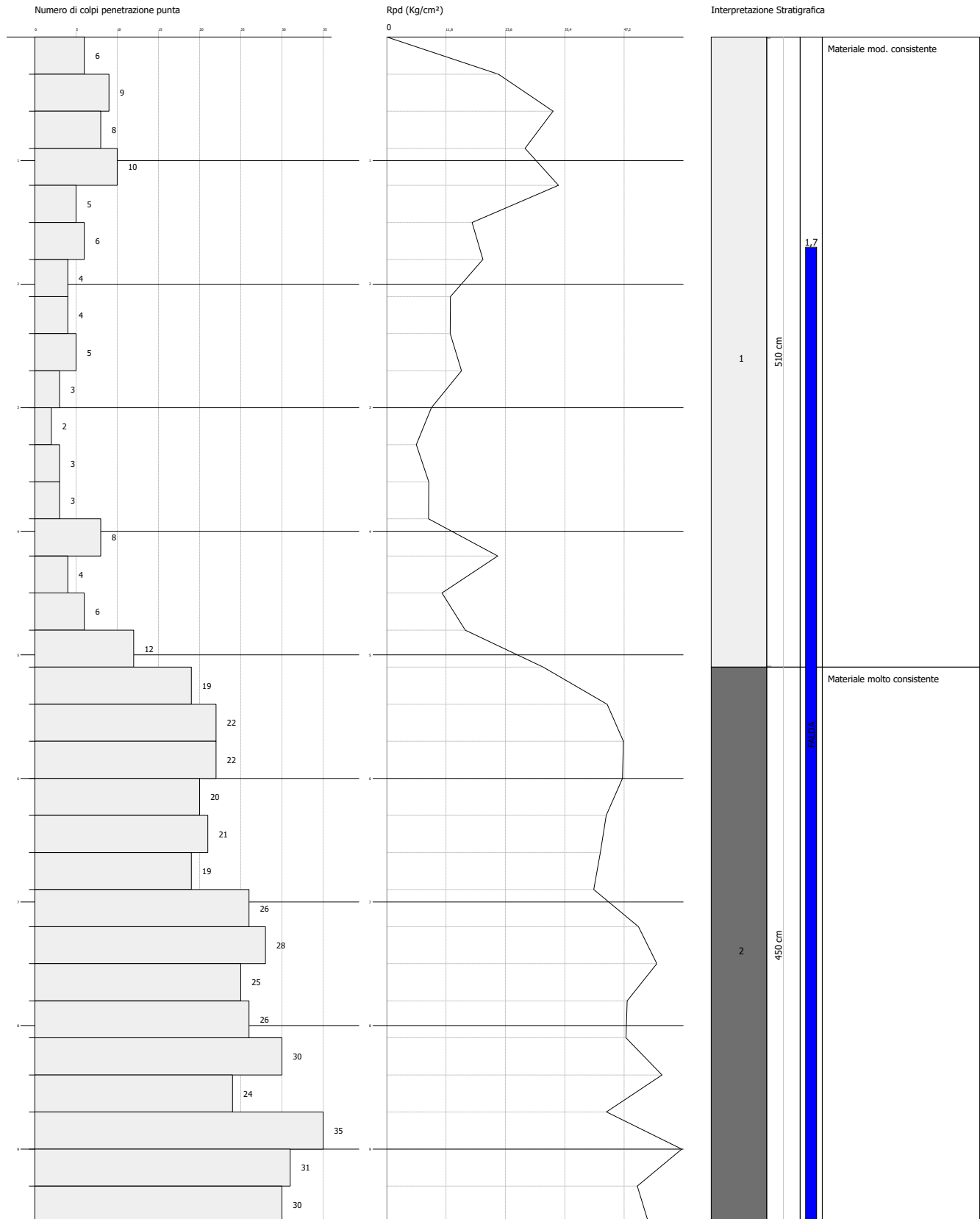
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



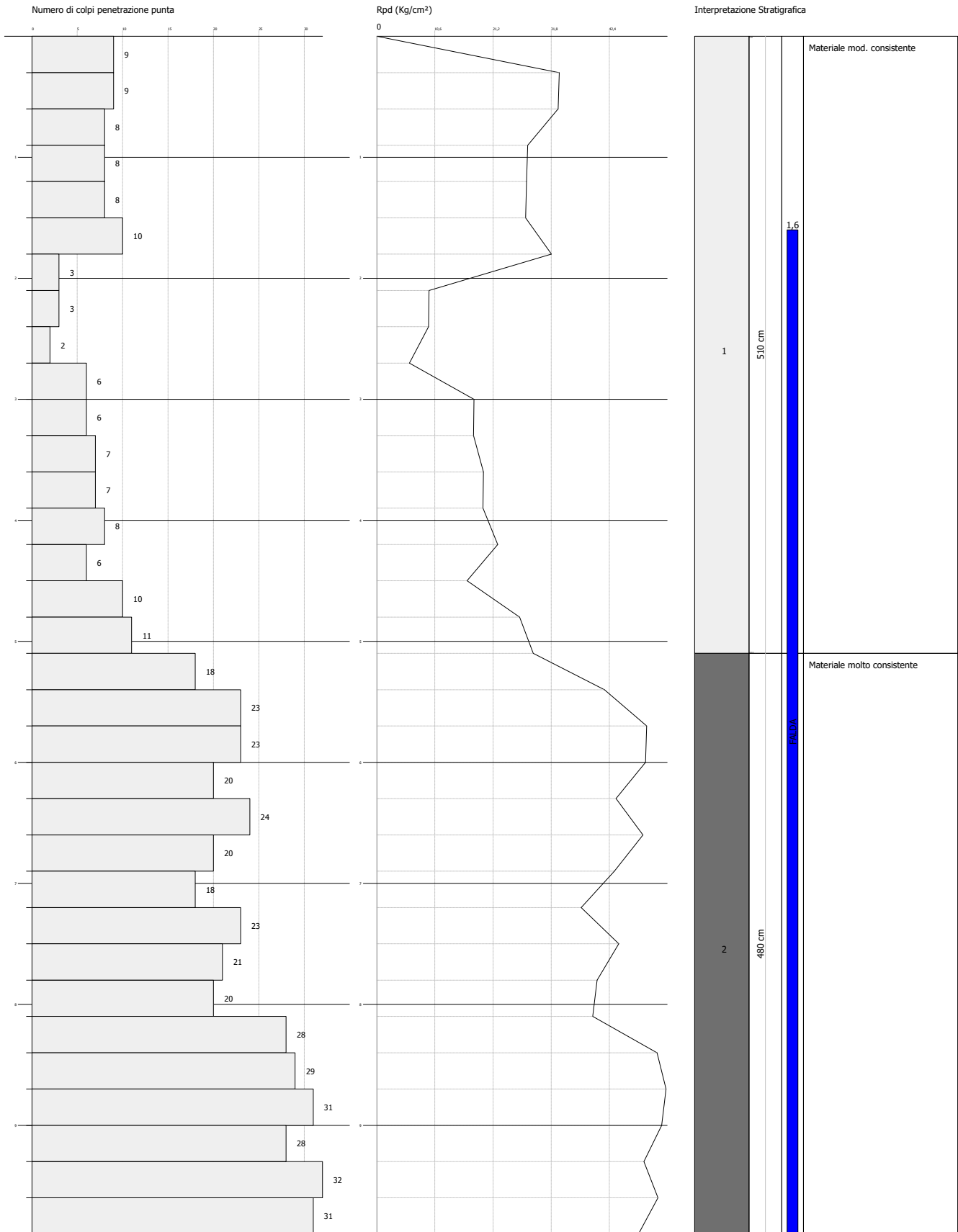
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



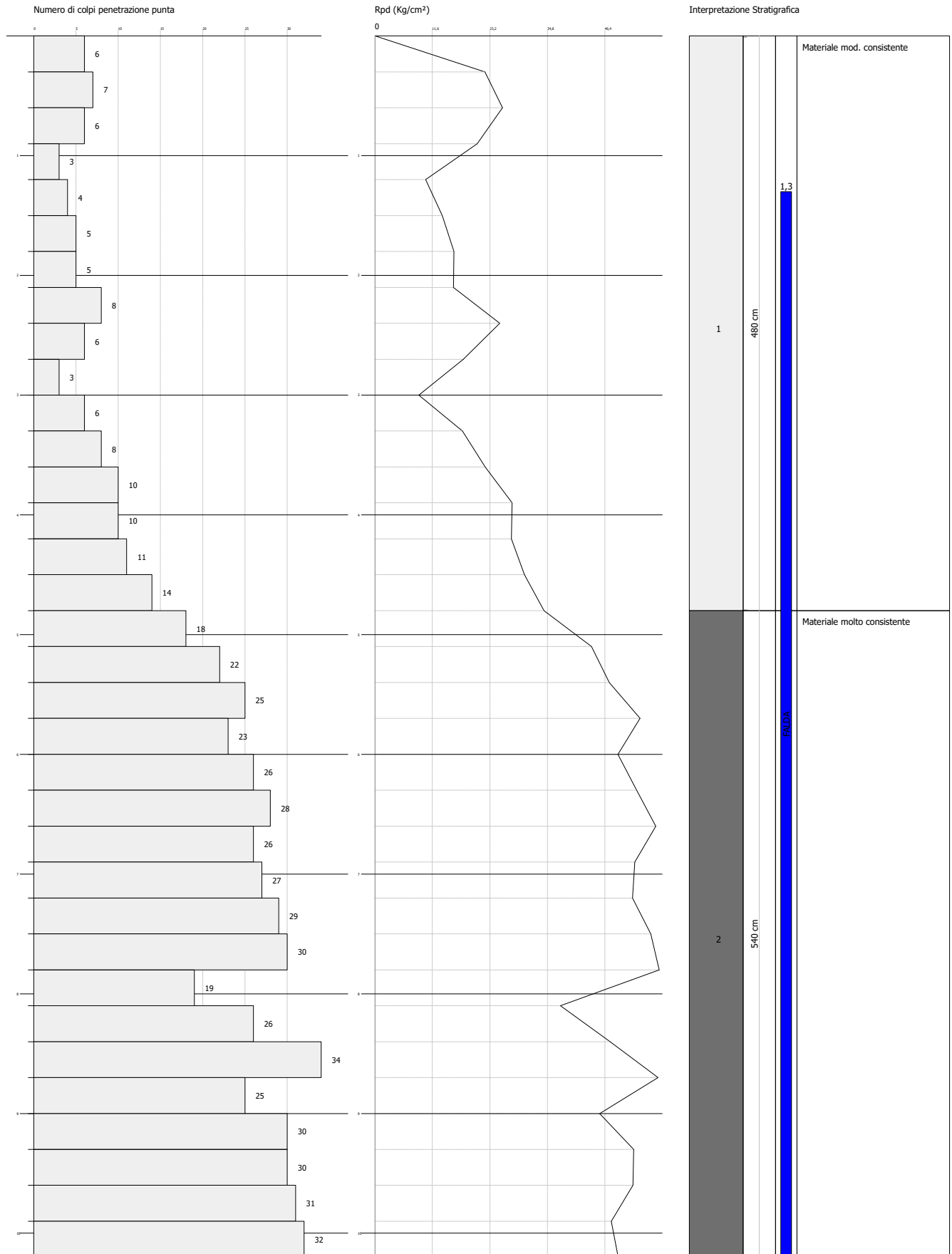
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



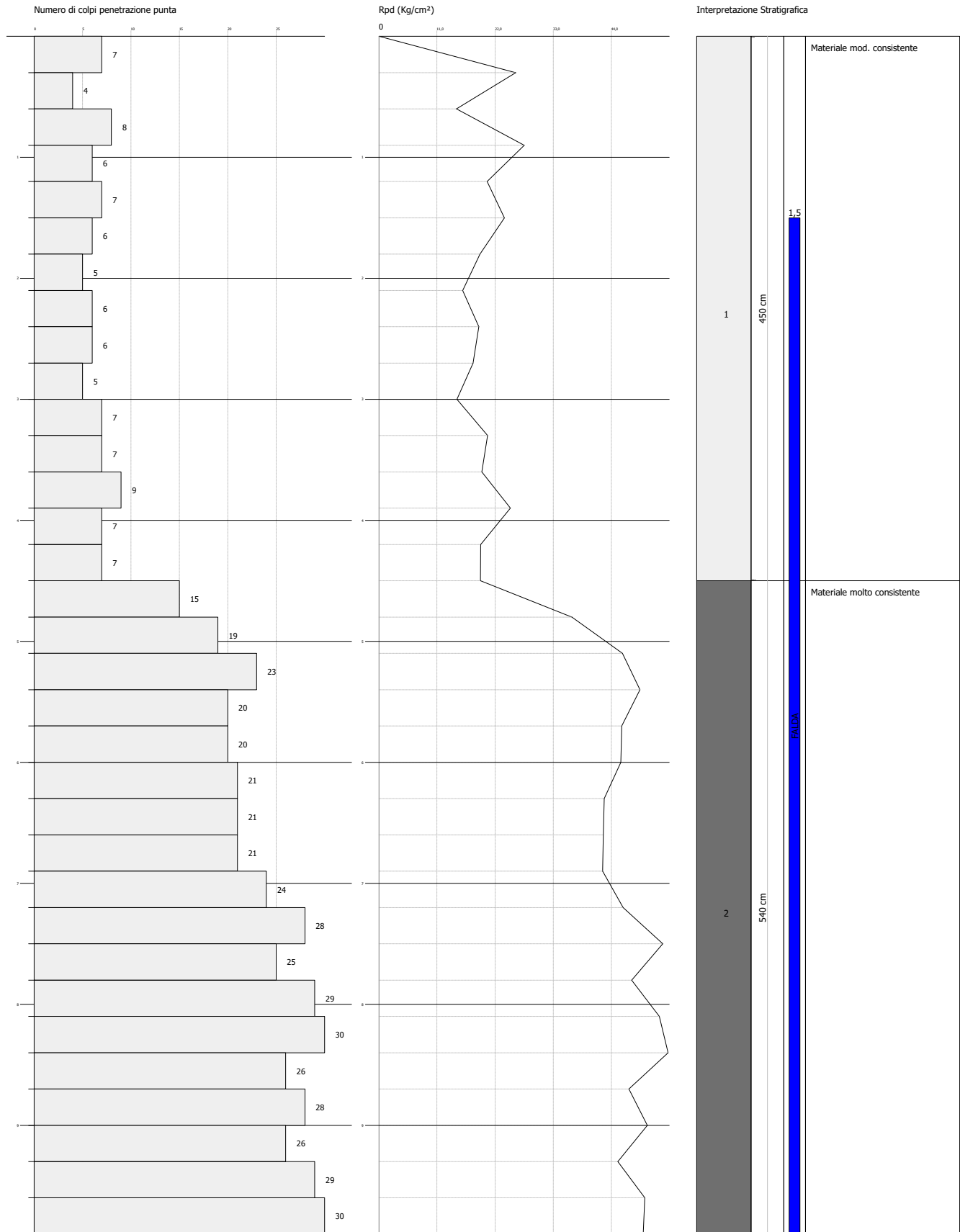
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



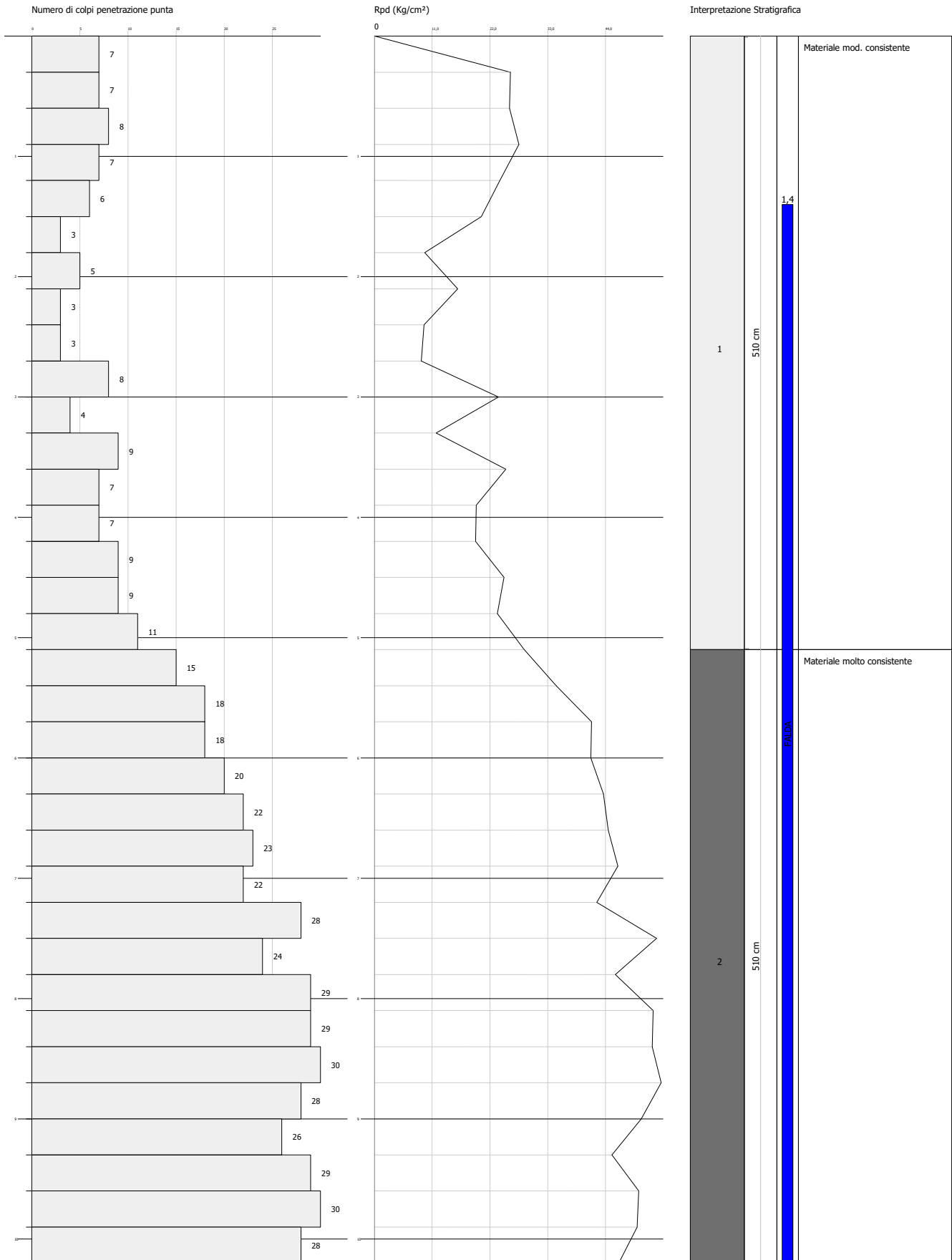
Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45



Committente:  
Cantiere:  
Località:

Scala 1:45

