

PROGETTAZIONE DELLA CICLOVIA TURISTICA VENTO TRATTA E1 - LOTTO FOSSADELLO-CREMONA

PNRR - M2C2-I4.1 - RAFFORZAMENTO MOBILITÀ CICLISTICA
CUP B91B22001270006 - CIG 9774521DE3



COMMITTENTE:



Agenzia Interregionale per il fiume Po

Agenzia Interregionale per il Fiume Po

Ufficio Operativo di Piacenza

Via Santa Franca, 38 - 29121 Piacenza

R.U.P.: Dott. Ing. Gianluca Zanichelli

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO ESECUTIVO

SCALA:

DATA:

20-10-2023

A	Ottobre '23	Emissione per approvazione	GRASSI	TESSAROLLO	TORTA
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

PROGETTISTI:



TRTIngegneria

Via Rutilia, 10/8, 20135 - Milano

tel.: (+39) 02 57410380

e-mail: info@trtingegneria.it

web: www.trt.it

TITOLO:

Relazione geotecnica generale

TAVOLA N°:

377-E-GEN-ZR-105-A.DOC



Agenzia Interregionale per il fiume Po

**PC-E-13-MD "PNRR M2C2-I4.1 Progettazione e
realizzazione del lotto funzionale della ciclovie
turistica Nazionale VENTO, da Fossadello a
Cremona - Completamento della Tratta E1
Finanziato dall'Unione Europea, NextGenerationEU**

Relazione Geotecnica Generale

R.2110/12

Arese, 3 ottobre 2023

Ing. Alessandro Grassi

Dott. Massimo Luca Schinelli



INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	5
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	8
4. ASPETTI SISMICI.....	11
5. INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	25

1. INTRODUZIONE

Su incarico di AIPO (Agenzia Interregionale per il fiume Po) viene redatta la presente relazione geotecnica a corredo del progetto della ciclovia turistica Vento. In particolare, questo documento fa riferimento al tratto orientale della pista ciclabile, che si sviluppa dal Torrente Nure, in località Fossadello, in destra del fiume Po fino all'attraversamento del fiume a Cremona.

Il tratto di ciclovia in esame è riportato nella seguente figura.



Figura 1.1. Fotografia aerea con il dettaglio della tratta E1, da Fossadello a Cremona, oggetto del presente studio.



2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto a cui si riferisce la presente relazione geotecnica è parte del più ampio progetto della ciclovia turistica Vento nella tratta da Piacenza a Cremona. La lunghezza del percorso totale è di circa 45 km e si sviluppa lungo l'argine principale meridionale del Fiume Po.

In particolare, questo documento fa riferimento al tratto orientale della pista ciclabile, secondo il progetto PC-E-13-MD "PNRR M2C2-I4.1 Progettazione e realizzazione del lotto funzionale della ciclovia turistica Nazionale Vento, da Fossadello a Cremona - Completamento della Tratta E1 Finanziato dall'Unione Europea NextGenerationEU".

Nel tratto considerato in questa relazione la pista ciclabile si sviluppa lungo il corso del Fiume Po, in sponda destra, all'interno del territorio provinciale di Piacenza. Soltanto una breve porzione ricade in Lombardia quando la pista ciclabile attraversa il Po ed entra a Cremona. In questo breve tratto lombardo il progetto non prevede interventi.

L'area di interesse è sub-pianeggiante, essendo impostata sulla pianura alluvionale del fiume Po. In dettaglio, la quota altimetrica del piano campagna lungo la traccia orientale della ciclovia va indicativamente da un minimo di 32 a un massimo di 46 m s.l.m.

Il progetto prevede soltanto interventi non strutturali, con adeguamento della segnaletica, rifacimento del manto d'usura, locali adeguamenti della larghezza della carreggiata e variazioni del regime di transito per i veicoli autorizzati.

Non sono previste variazioni del tracciato della pista ciclabile attuale, che si sviluppa in gran parte sull'argine maestro.

Le figure che seguono mostrano due sezioni tipo dell'intervento per il tratto di pista ciclabile oggetto di studio.

Per i dettagli dei lavori previsti si rimanda agli specifici elaborati di progetto.

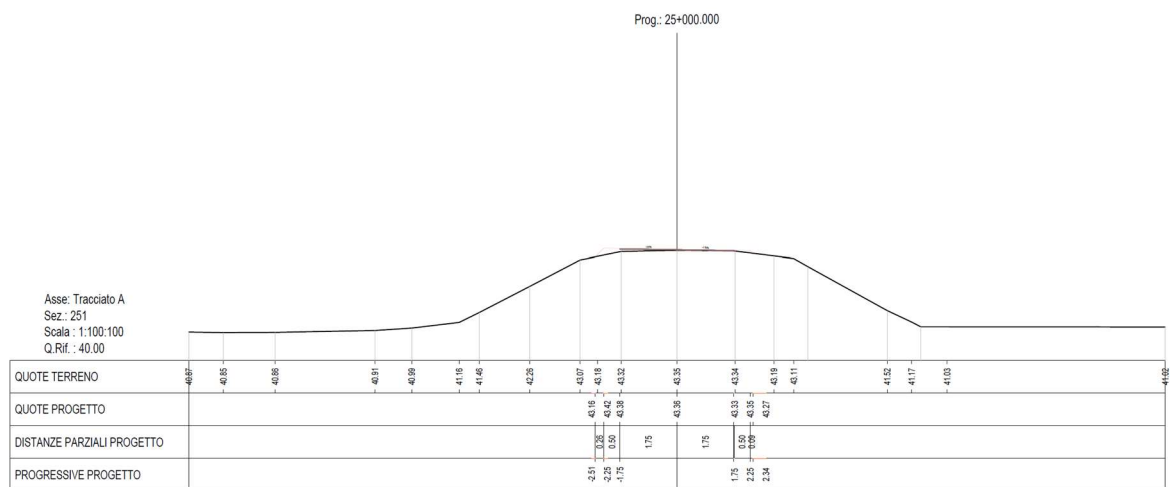


Figura 2.2. Sezione tipologica C1.

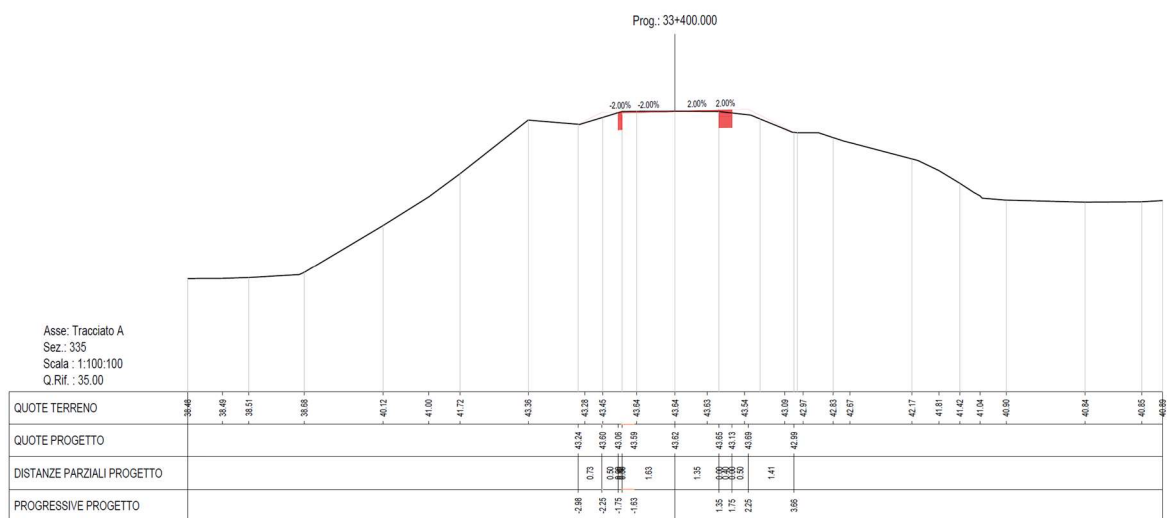


Figura 2.3. Sezione tipologica F2.



Figura 2.4. Vista di un tratto tipo del rilevato. La sagoma dell'argine non verrà modificata.



3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio in esame, che fa parte della pianura padana, è stato soggetto ad alterne fasi di compressione e stasi tettoniche, provocate dalle interazioni tra la placca africana e la placca euroasiatica e, più in dettaglio, dalle microplacche dell'Arco Appenninico Settentrionale e Adriatica.

In particolare, a partire dall'Oligocene superiore è iniziata la formazione della catena dell'Appennino settentrionale attraverso il meccanismo di sovrascorrimento della microplacca dell'Arco Appenninico Settentrionale a scapito di quella Adriatica e della sua copertura sedimentaria, che ha instaurato un processo di deformazione continentale polifasica.

Nell'epoca quaternaria, successivamente al pleistocene medio, la crescente estensione di terre emerse soggette ad erosione consentì ai corsi d'acqua alpini ed appenninici di colmare di sedimenti il bacino padano conferendone l'attuale assetto e morfologia.

Osservando la cartografia geologica si nota che il settore in esame è modellato interamente su formazioni superficiali di età quaternaria, costituite da depositi alluvionali del periodo postglaciale (Olocene medio) che hanno colmato il bacino padano.

Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologica in scala 1:100000 dell'area in esame.

Come si osserva nella legenda, il territorio oggetto di studio è caratterizzato da depositi costituiti prevalentemente da alluvioni ghiaioso-sabbiose e limose del fiume Po.

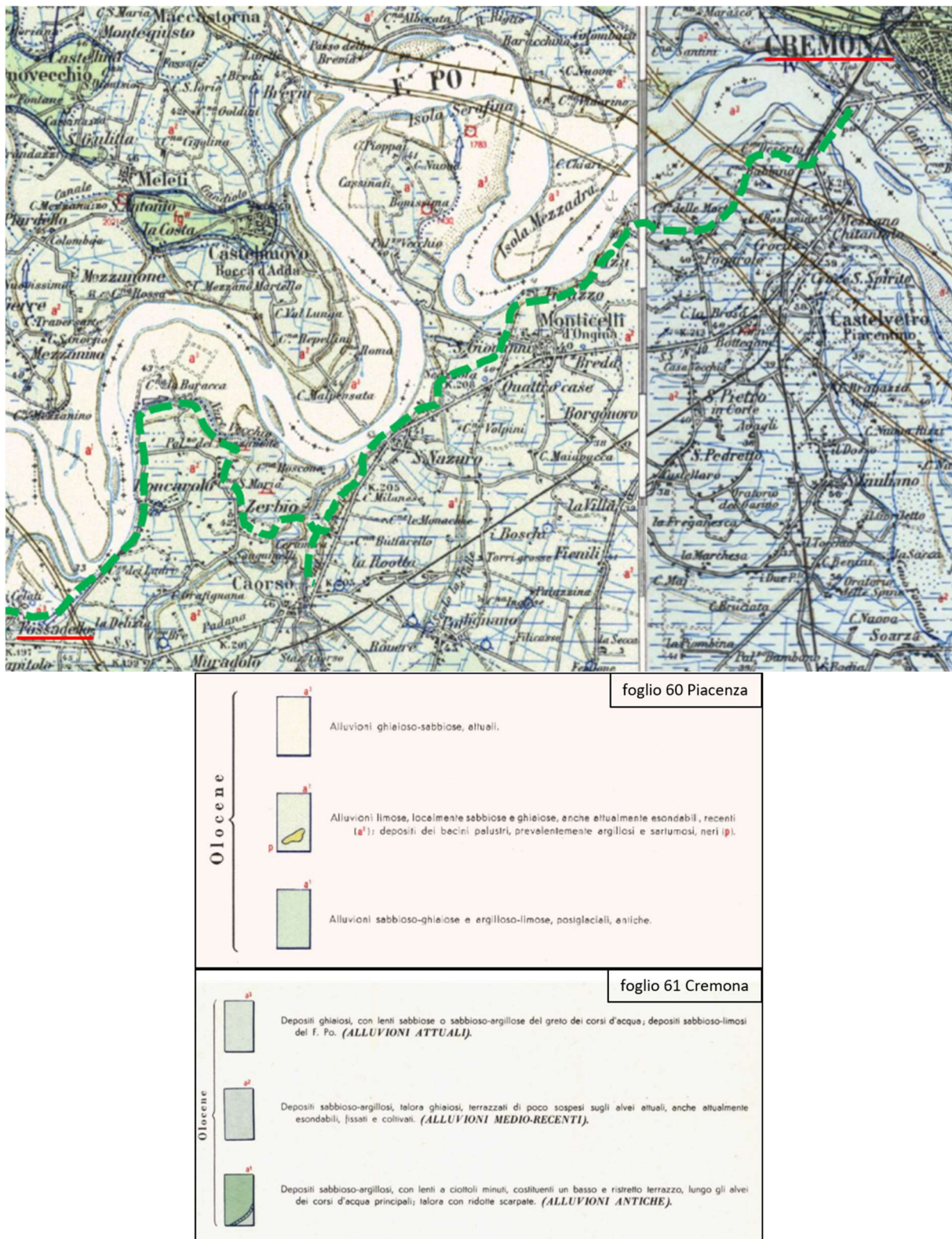


Figura 3.1. Estratto delle carte geologiche a scala 1:100.000, fogli 60 "Piacenza" e 61 "Cremona". La pista ciclabile è rappresentata in verde.



L'attuale assetto geomorfologico dell'area su cui si sviluppa la ciclovia è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni tettoniche ed interventi antropici. L'assetto geomorfologico del territorio in questione è caratterizzato da una pianura alluvionale, formata dai depositi del Po, che scorre in un alveo incassato tra due argini artificiali. La pista ciclabile, nella porzione oggetto di studio, si sviluppa in massima parte l'ungo l'argine situato in destra idrografica.

4. INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Tutti i comuni emiliani interessati dal presente lavoro ricadono in zona 3 a sismicità bassa, come mostrato nella figura seguente. Anche Cremona, unico Comune della Lombardia interessato dal tracciato per un brevissimo tratto, ricade in zona 3.

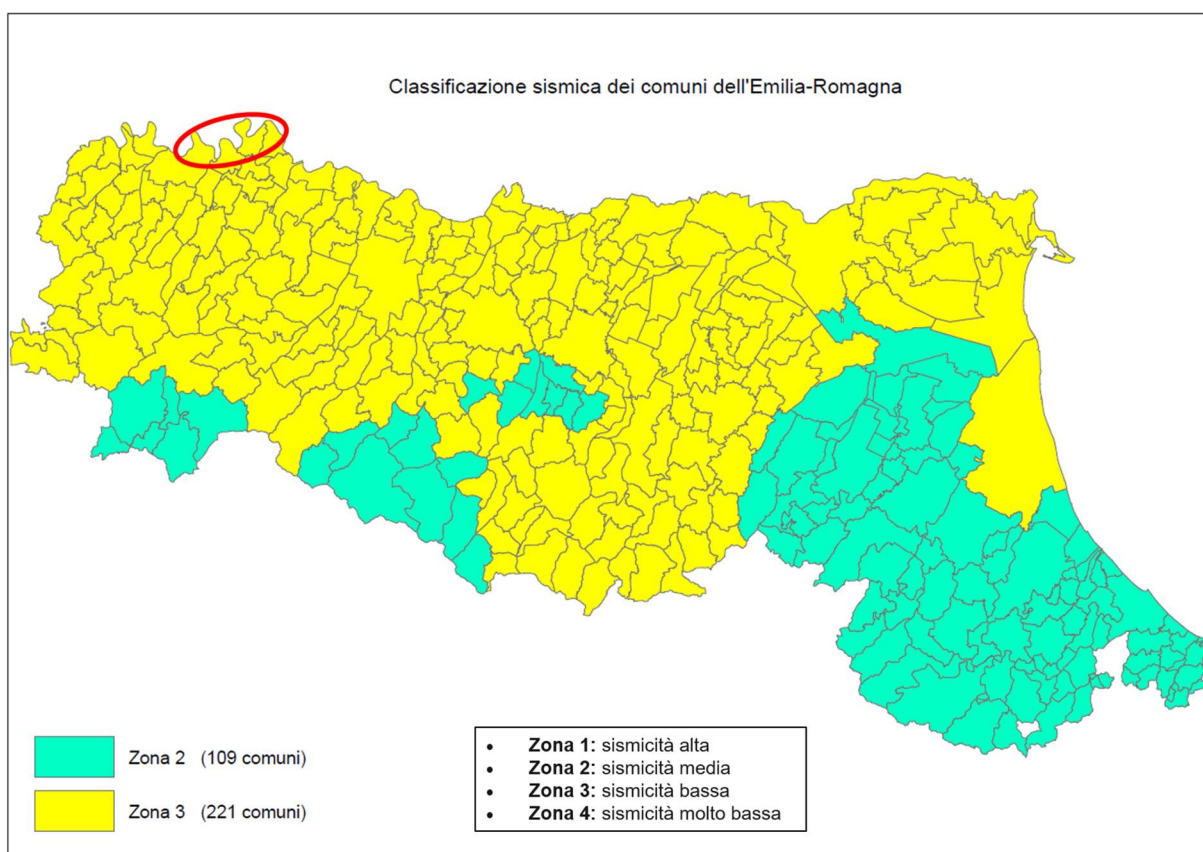


Figura 4.1. Carta della Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna, area interessata in rosso.

Lungo il percorso della pista ciclabile oggetto del presente studio, vale a dire la porzione che da Fossadello si sviluppa fino a Cremona, sono state eseguite 7 prove sismiche con il metodo ReMi.

La figura 4.2 mostra l'ubicazione delle prove sismiche eseguite sul tracciato della ciclovia in esame.

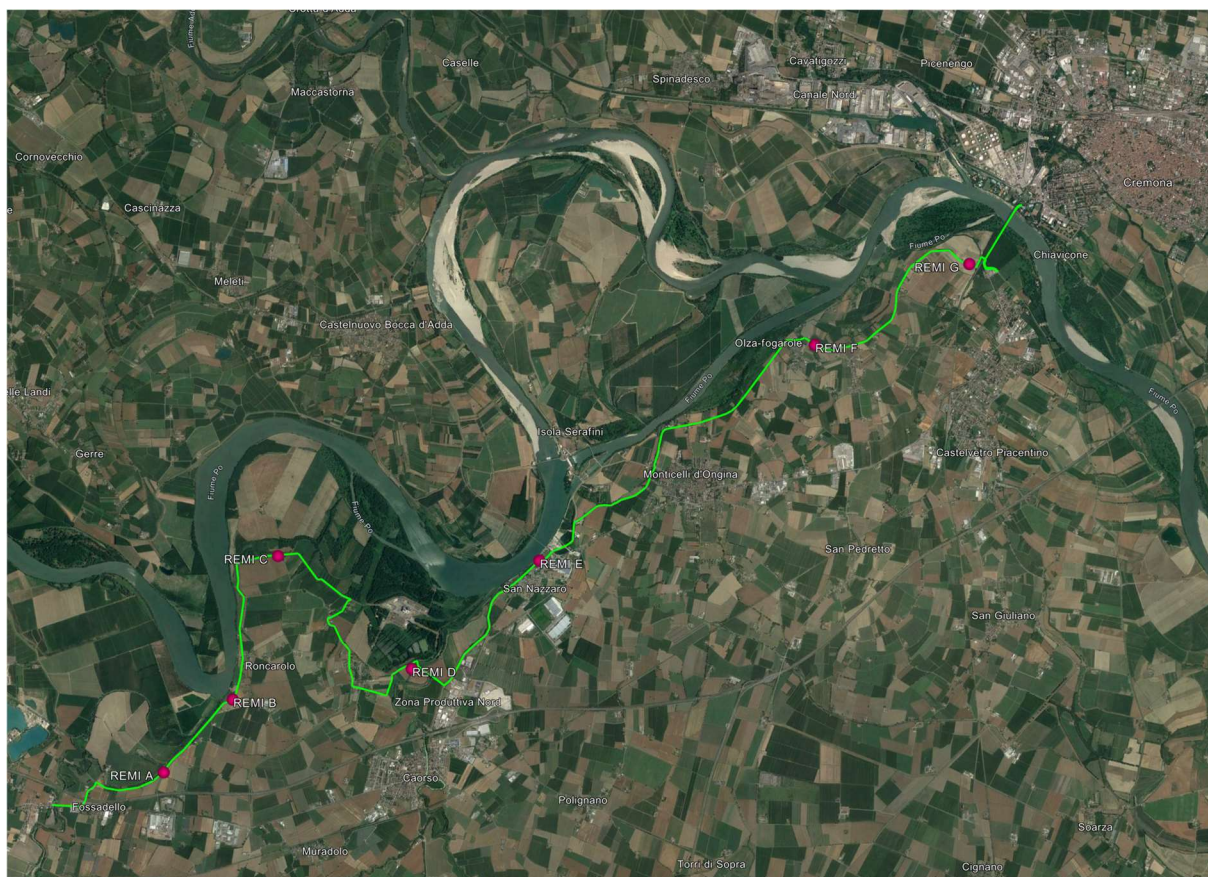


Figura 4.2. Prove sismiche ReMi eseguite lungo il tracciato della pista ciclabile compreso tra Fossadello e Cremona.

Nelle figure che seguono si riportano i risultati dei test sismici (ReMi A – ReMi G) in termini di spettri di risposta, curve di dispersione e relativi modelli di distribuzione verticale delle velocità delle onde sismiche di taglio.

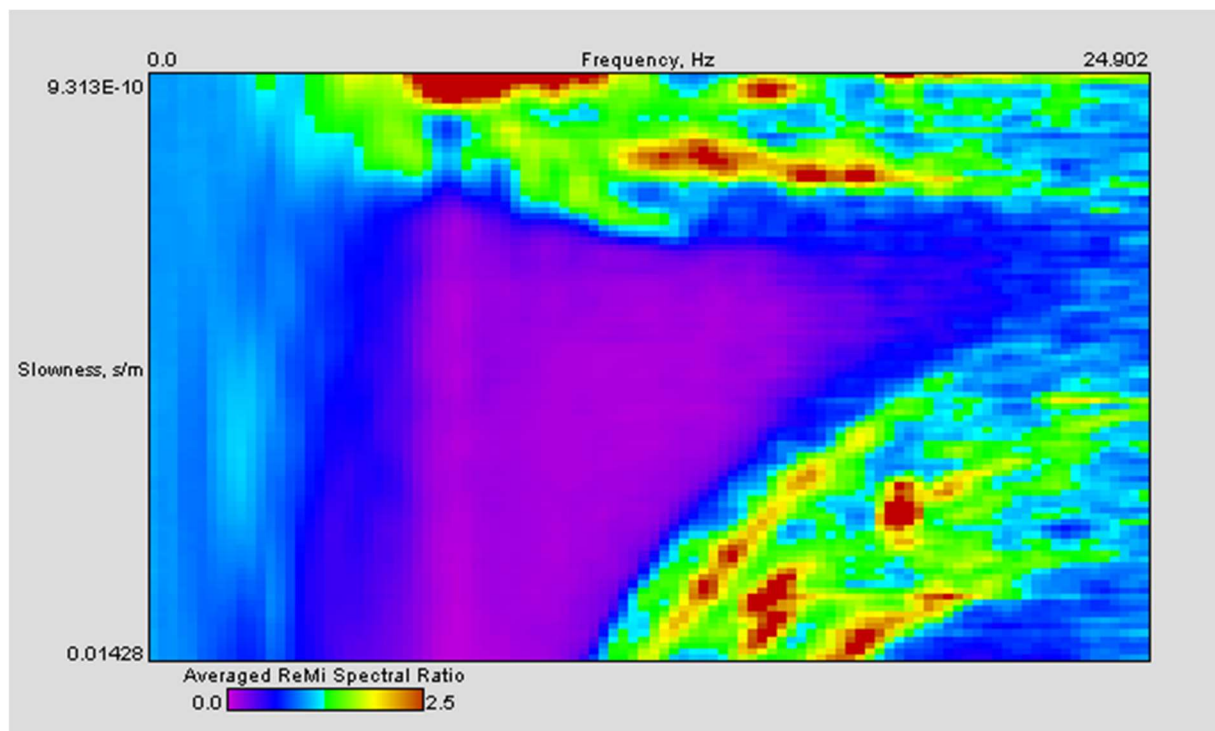


Figura 4.3. Prova sismica ReMi A. Spettro di risposta risultante.

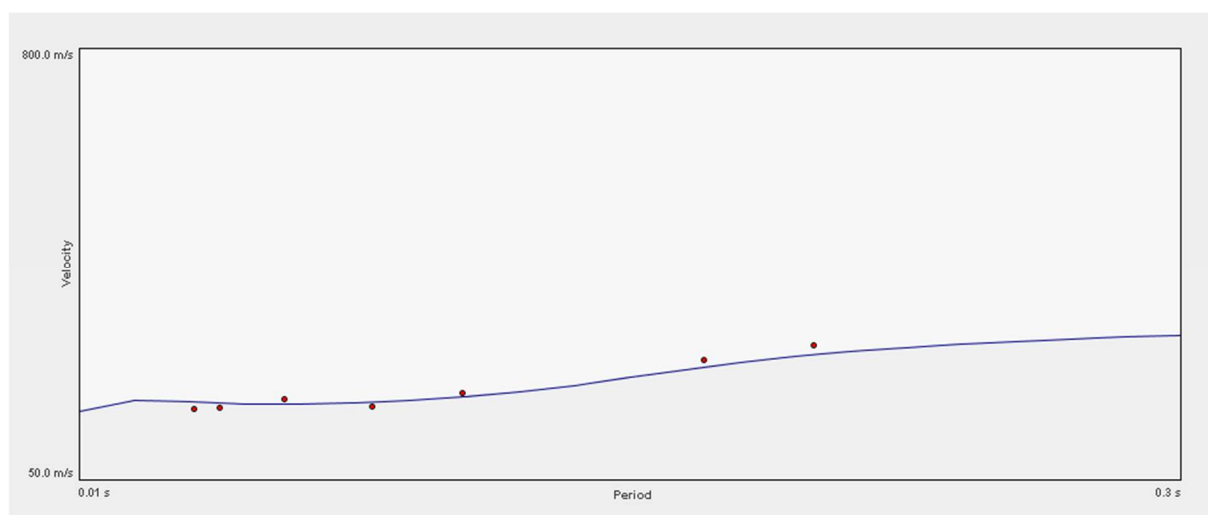


Figura 4.4. Prova sismica ReMi A. Curva di dispersione sintetica.

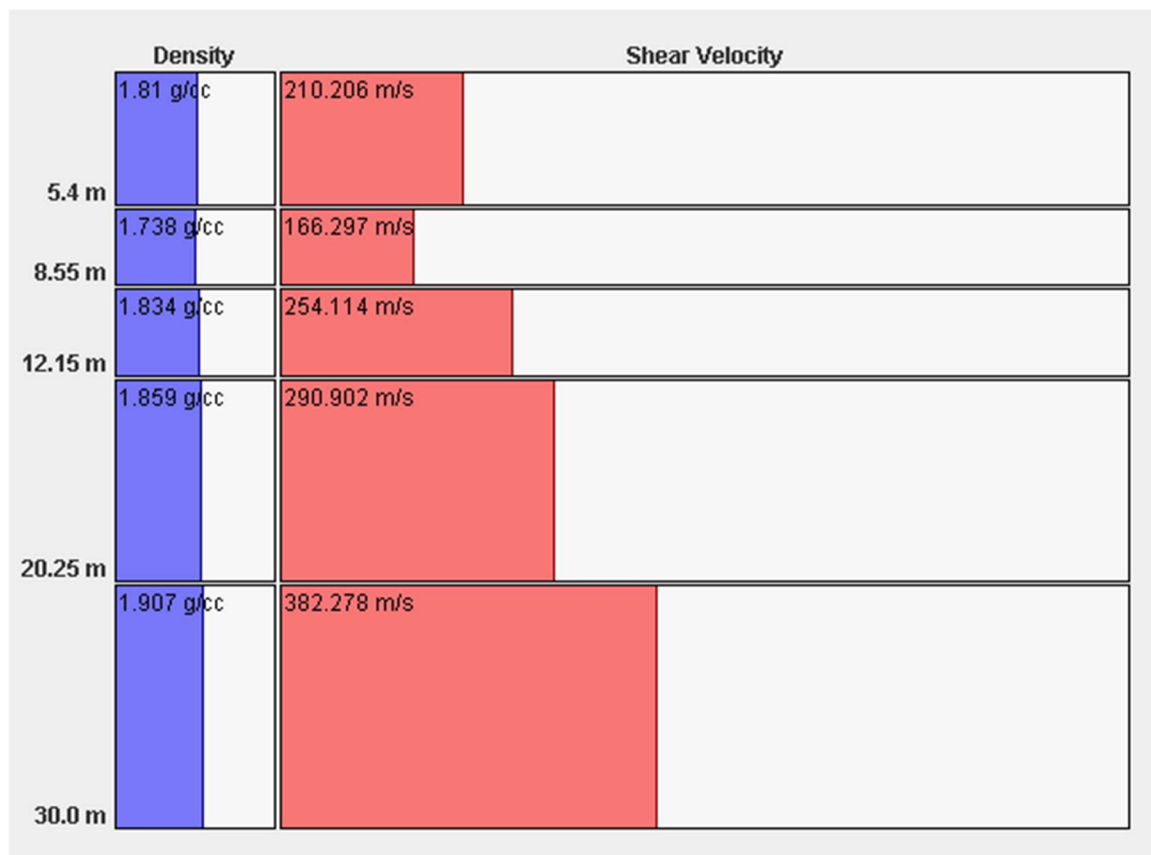


Figura 4.5. Prova sismica ReMi A. Modello di velocità delle onde sismiche di taglio ($V_{s30} = 267.51$ m/s).

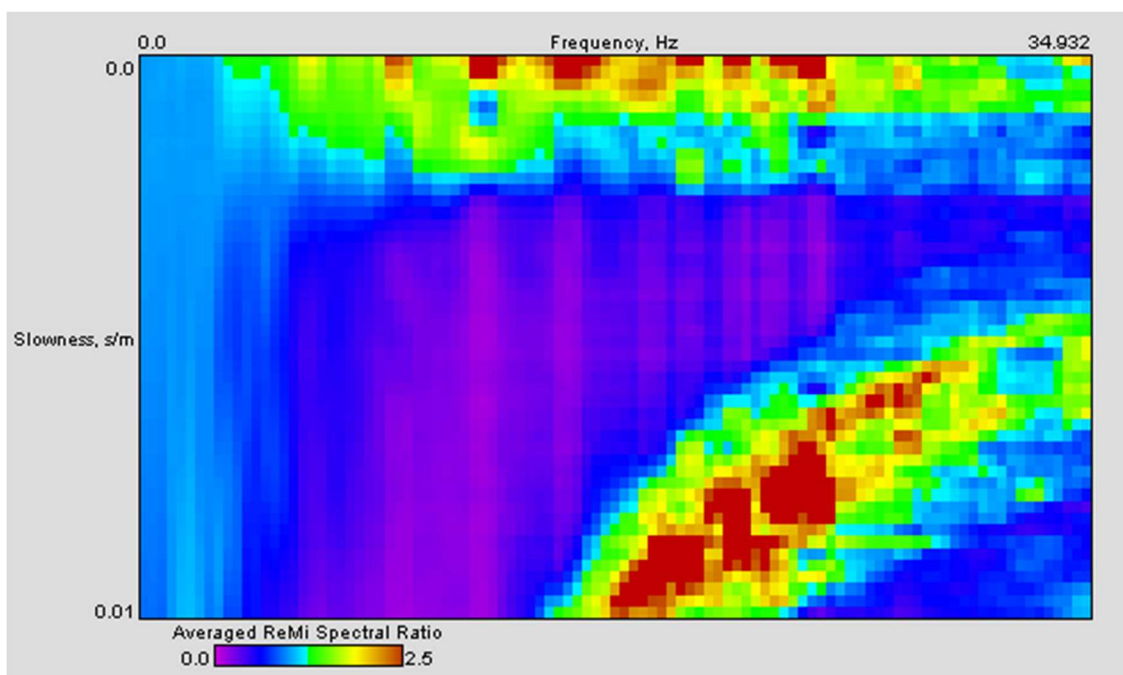


Figura 4.6. Prova sismica ReMi B. Spettro di risposta risultante.

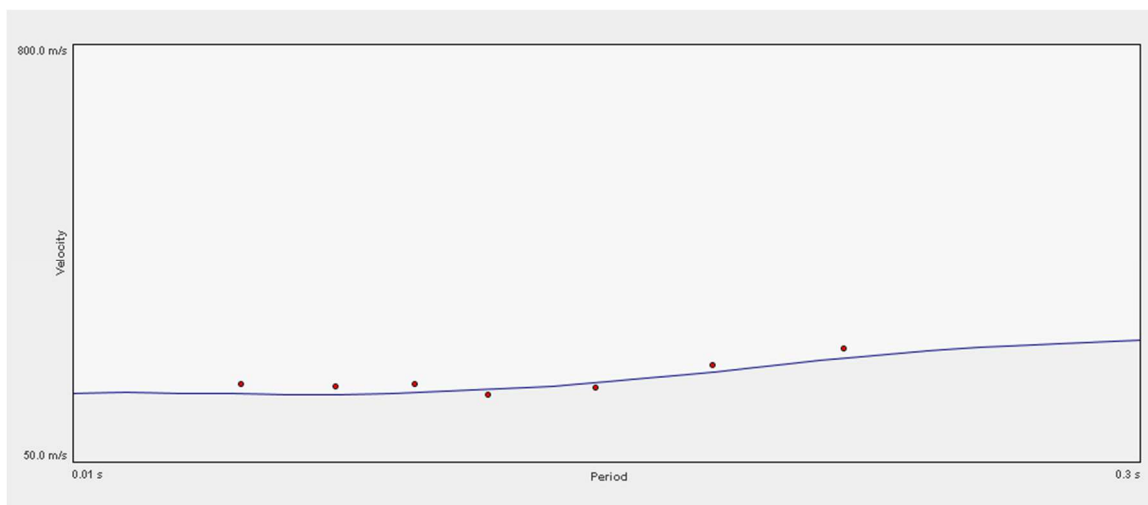


Figura 4.7. Prova sismica ReMi B. Curva di dispersione sintetica.

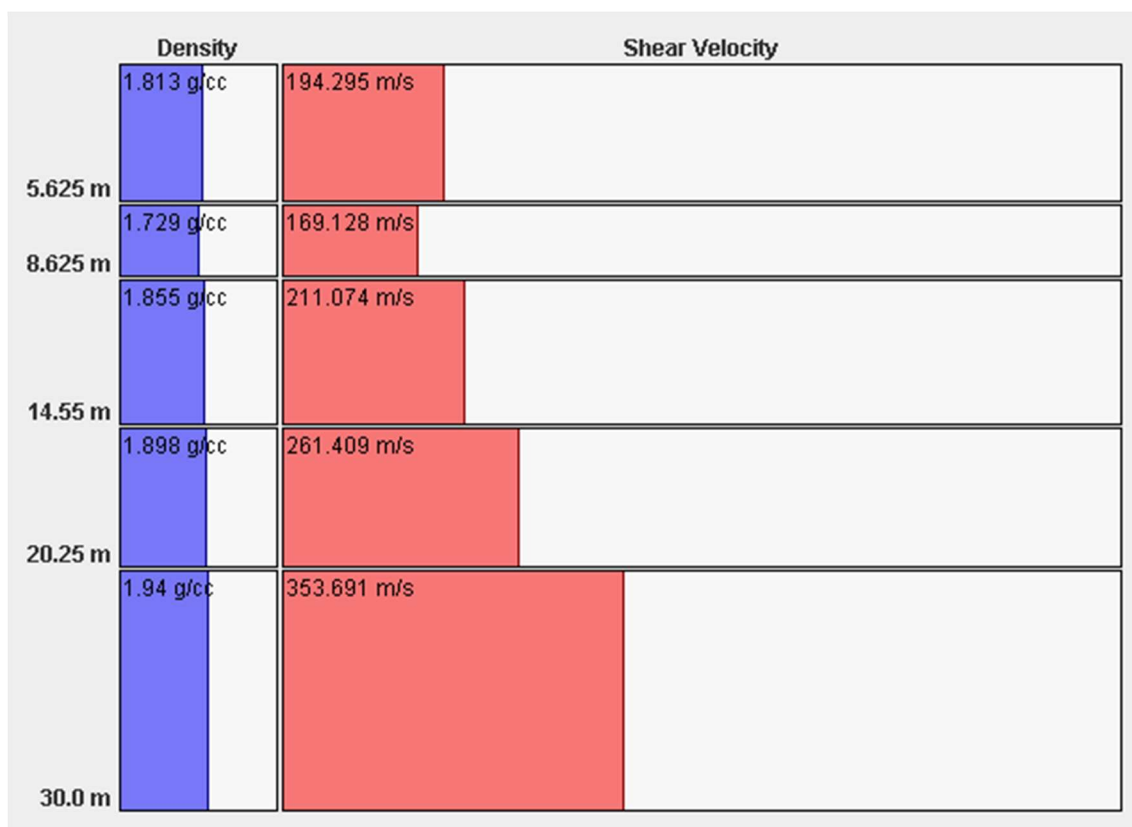


Figura 4.8. Prova sismica ReMi B. Modello di velocità delle onde sismiche di taglio ($V_{s30} = 241.68 \text{ m/s}$).

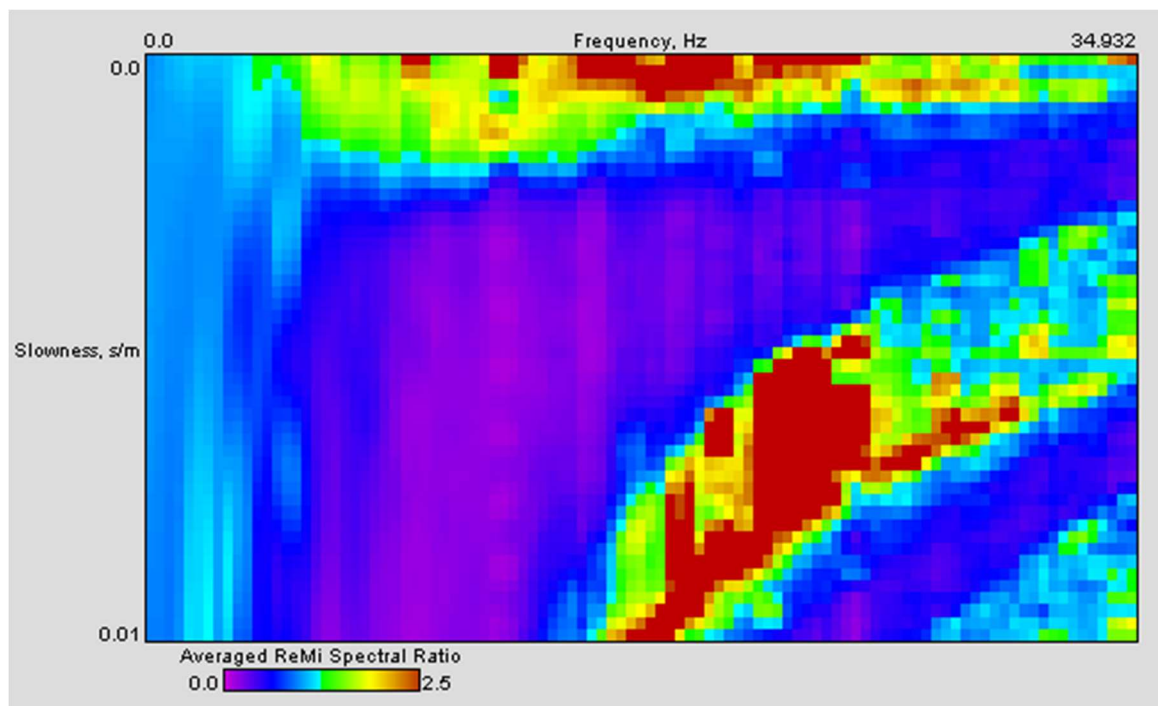


Figura 4.9. Prova sismica ReMi C. Spettro di risposta risultante.

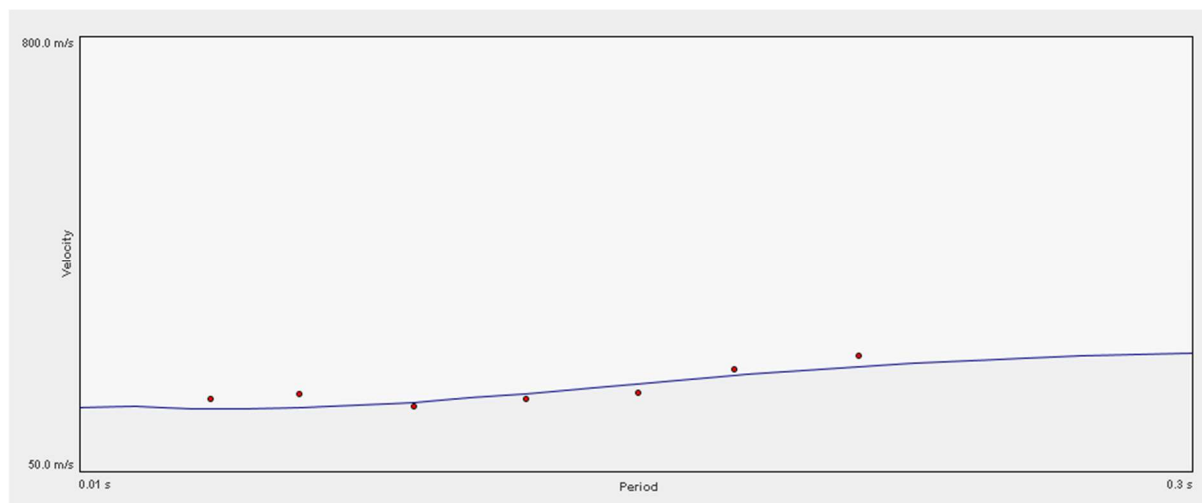


Figura 4.10. Prova sismica ReMi C. Curva di dispersione sintetica.

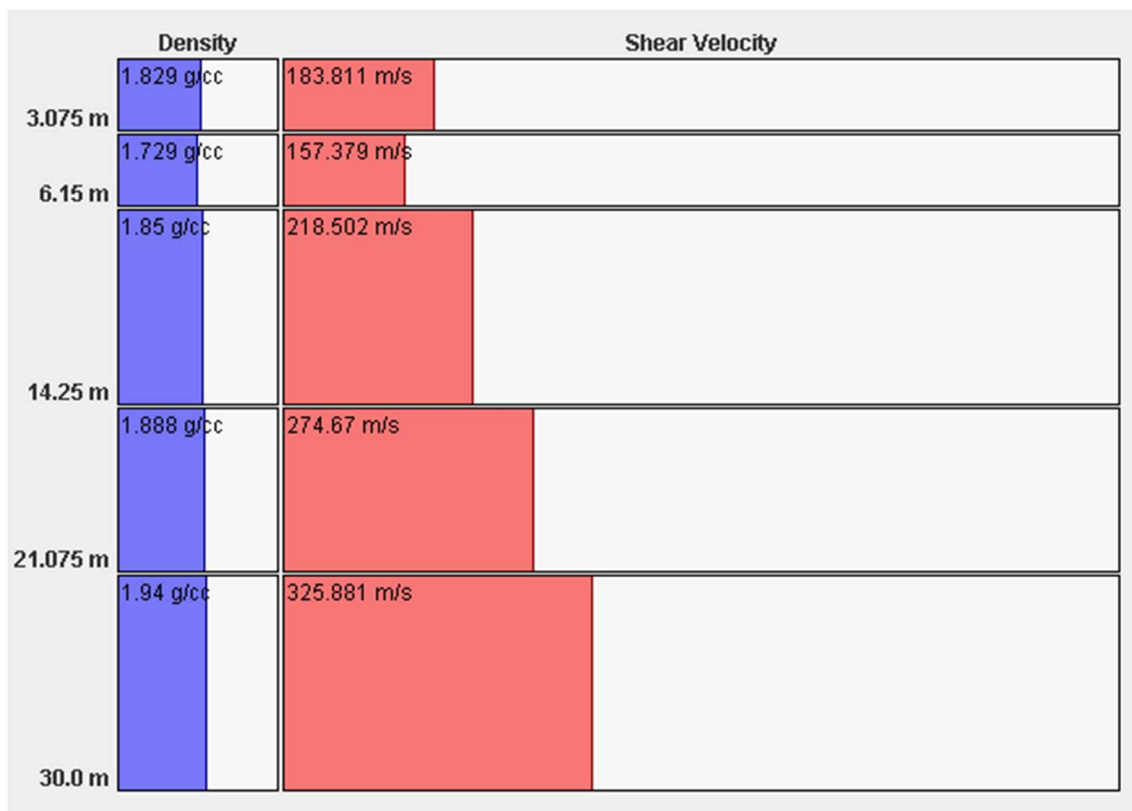


Figura 4.11. Prova sismica ReMi C. Modello di velocità delle onde sismiche di taglio ($V_{s30} = 238.90$ m/s).

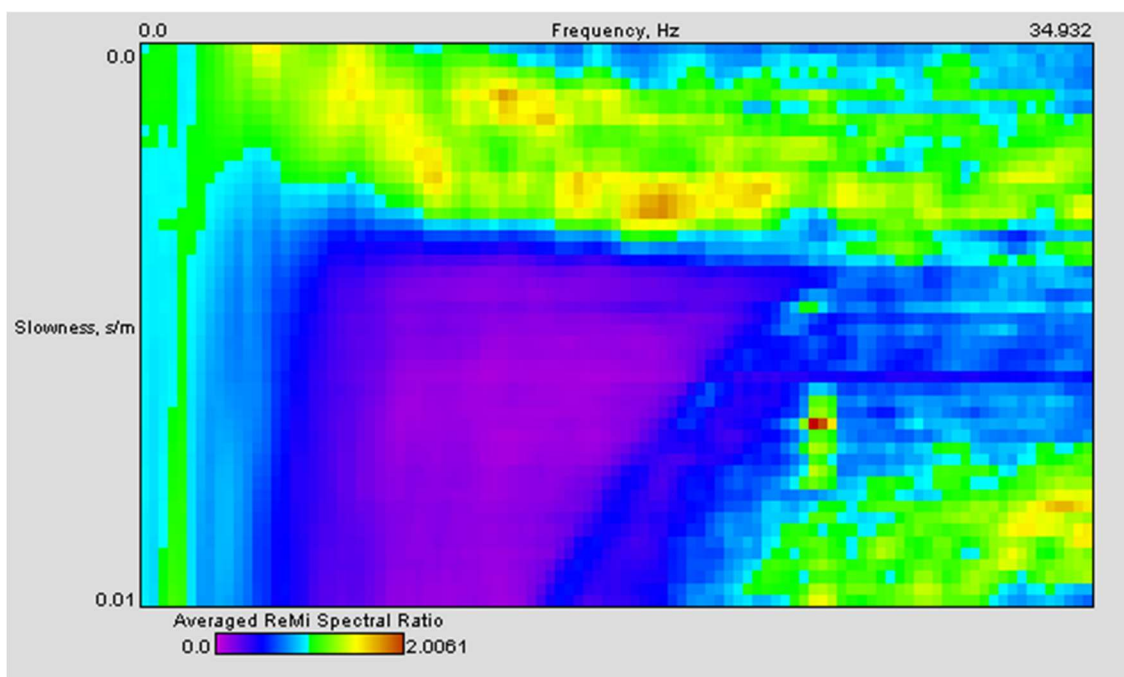


Figura 4.12. Prova sismica ReMi D. Spettro di risposta risultante.

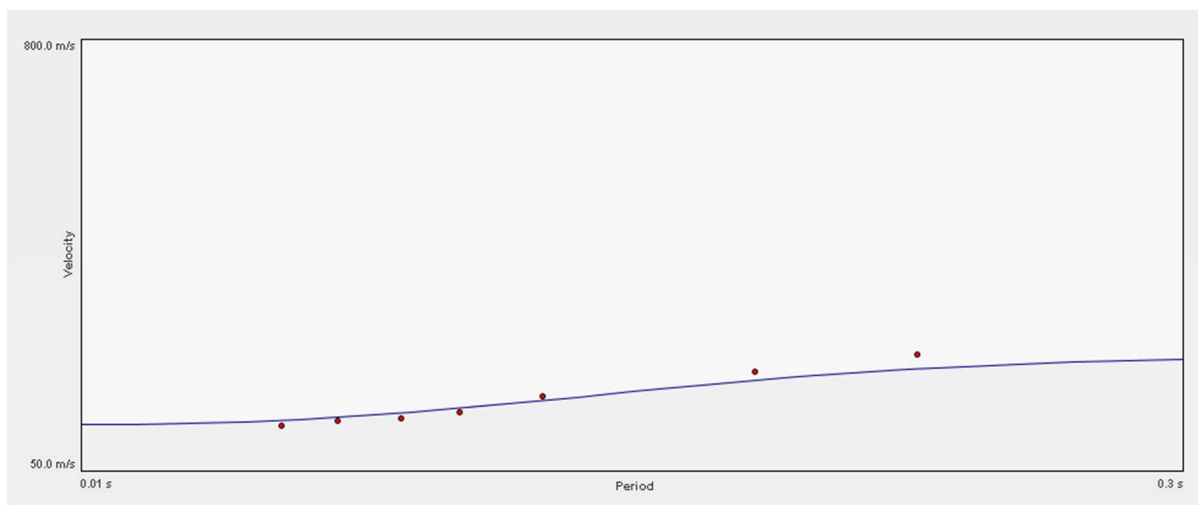


Figura 4.13. Prova sismica ReMi D. Curva di dispersione sintetica.

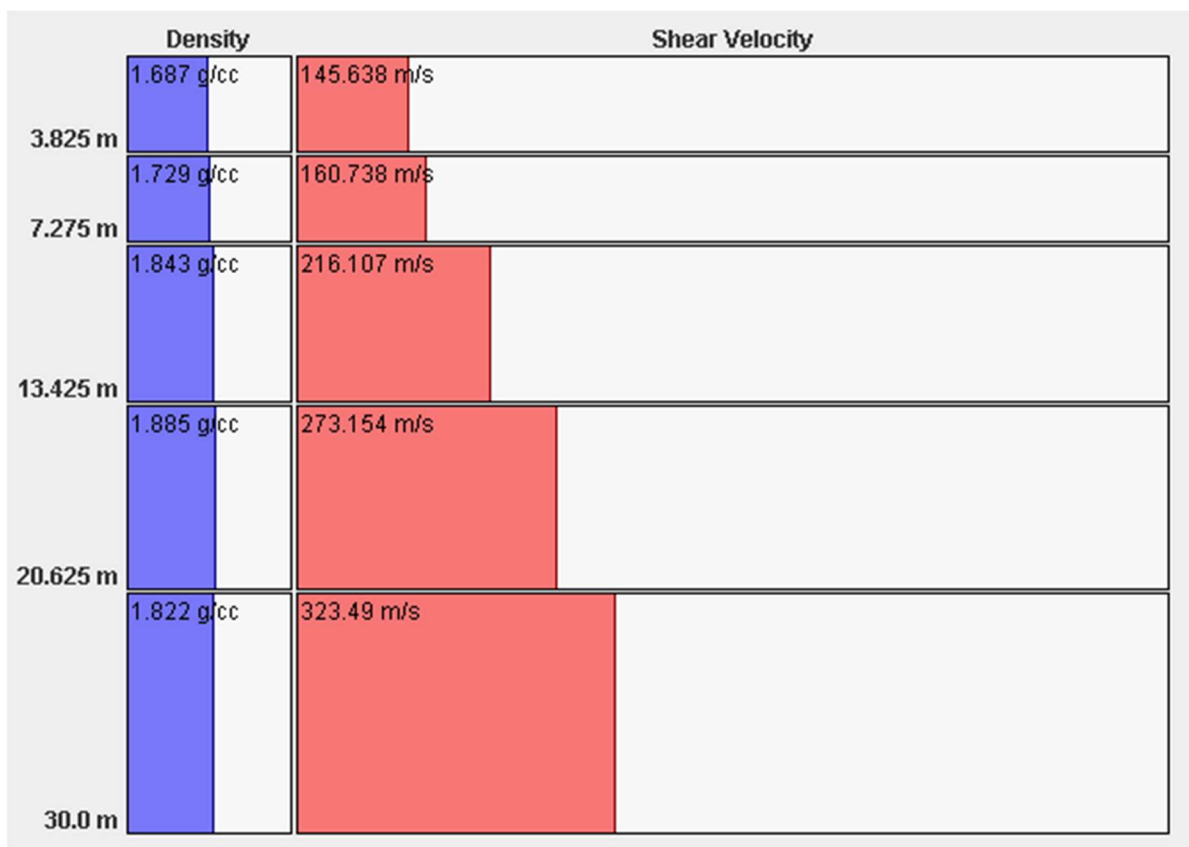


Figura 4.14. Prova sismica ReMi D. Modello di velocità delle onde sismiche di taglio ($V_{s30} = 228.09$ m/s).

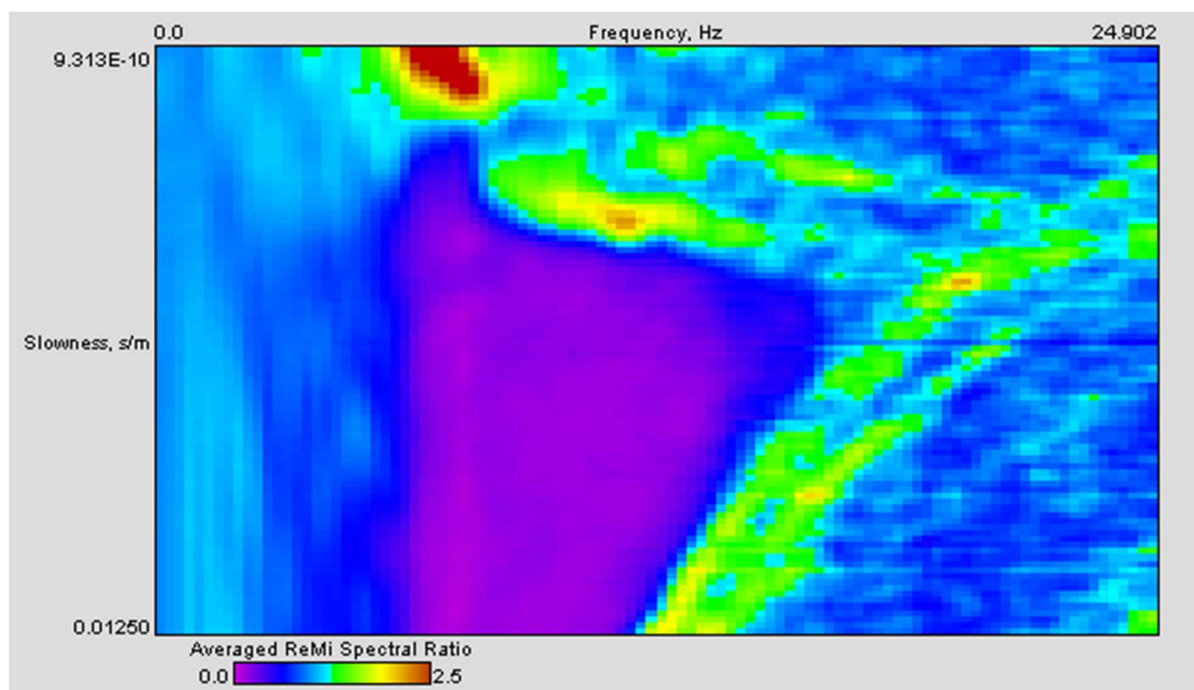


Figura 4.15. Prova sismica ReMi E. Spettro di risposta risultante.

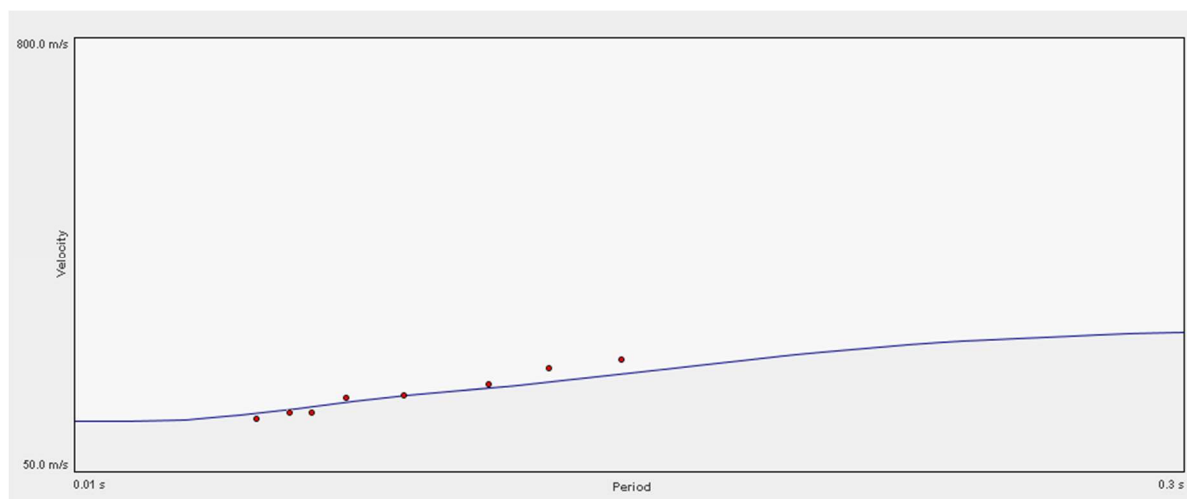


Figura 4.16. Prova sismica ReMi D. Curva di dispersione sintetica.

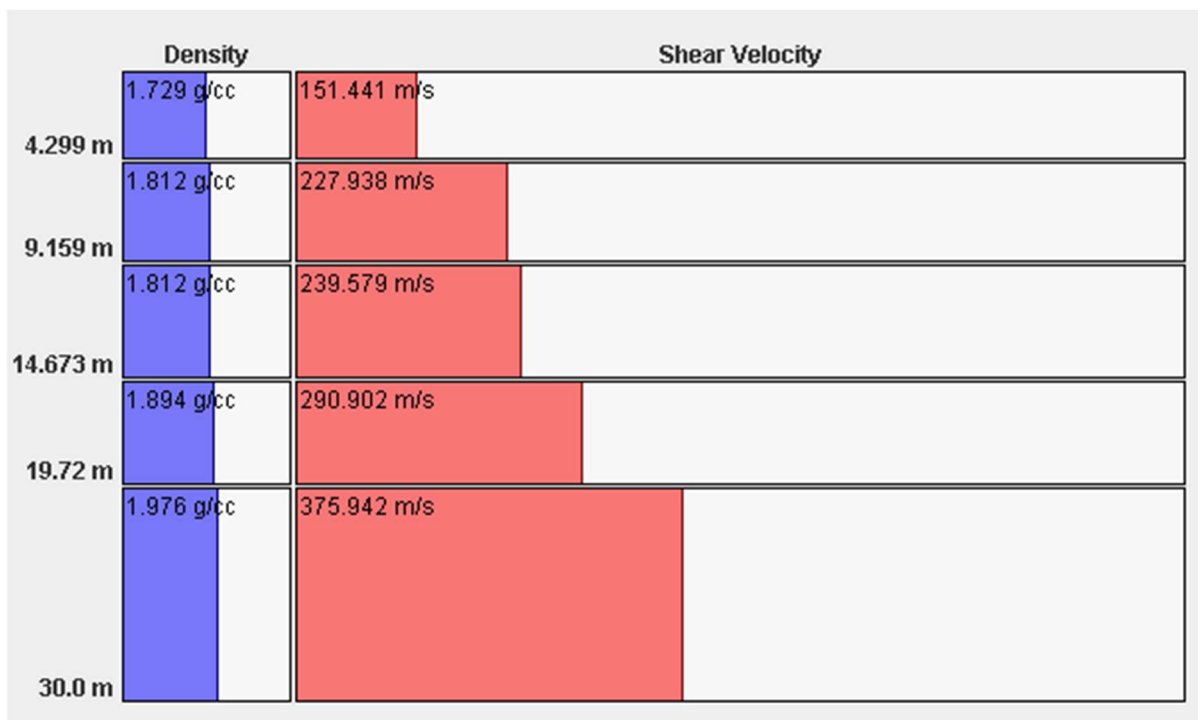


Figura 4.17. Prova sismica ReMi E. Modello di velocità delle onde sismiche di taglio ($V_{s30} = 255.50$ m/s).

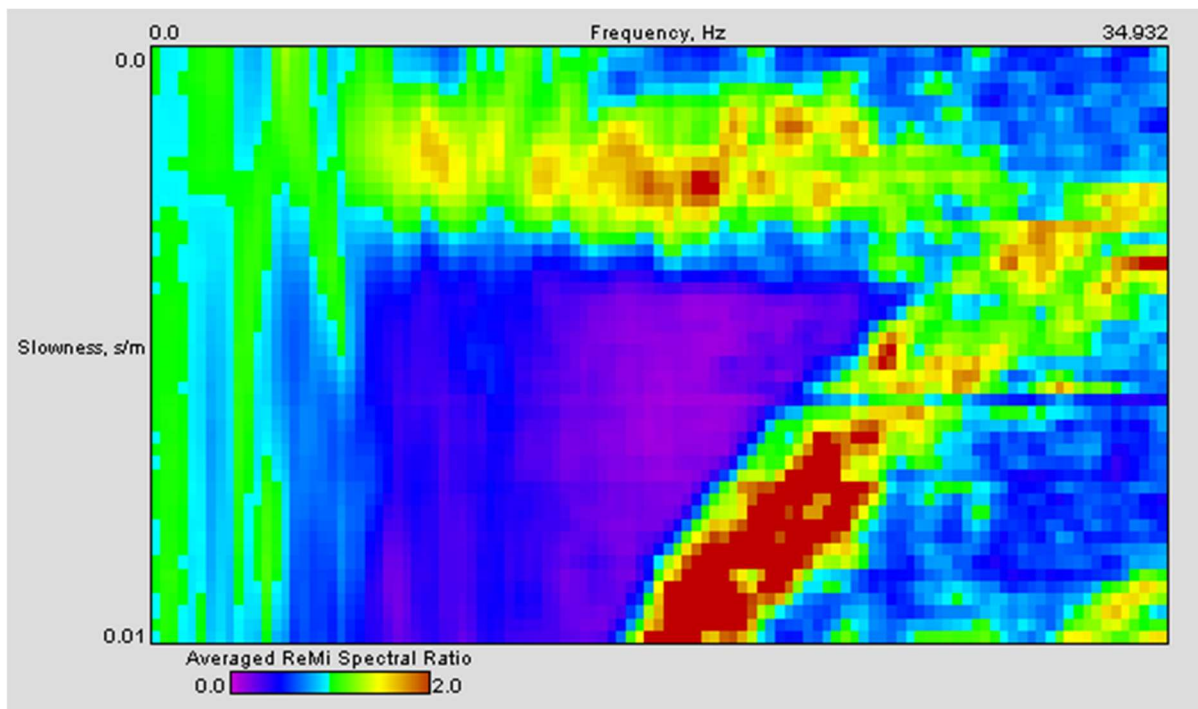


Figura 4.18. Prova sismica ReMi F. Spettro di risposta risultante.

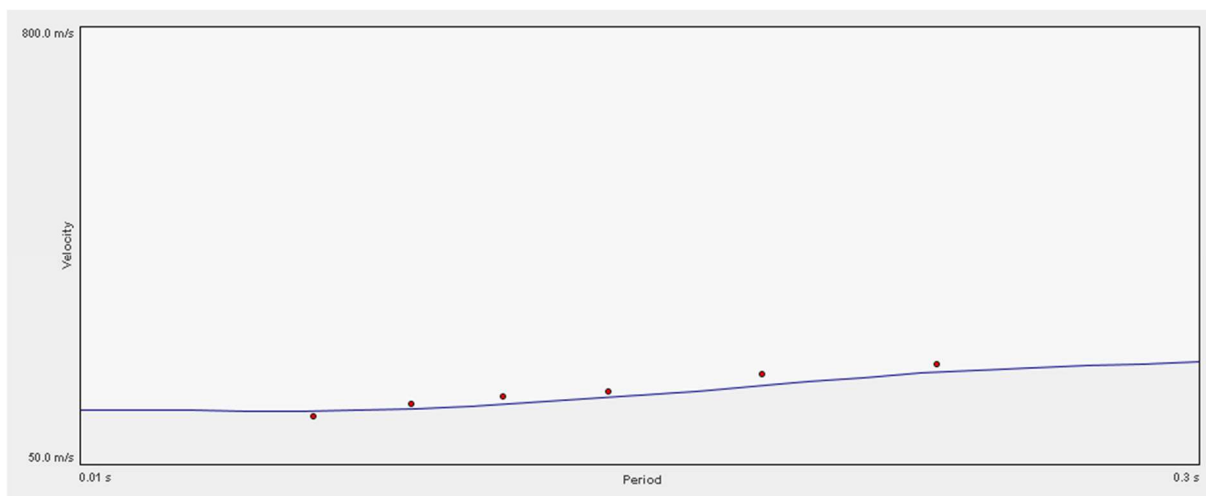


Figura 4.19. Prova sismica ReMi F. Curva di dispersione sintetica.

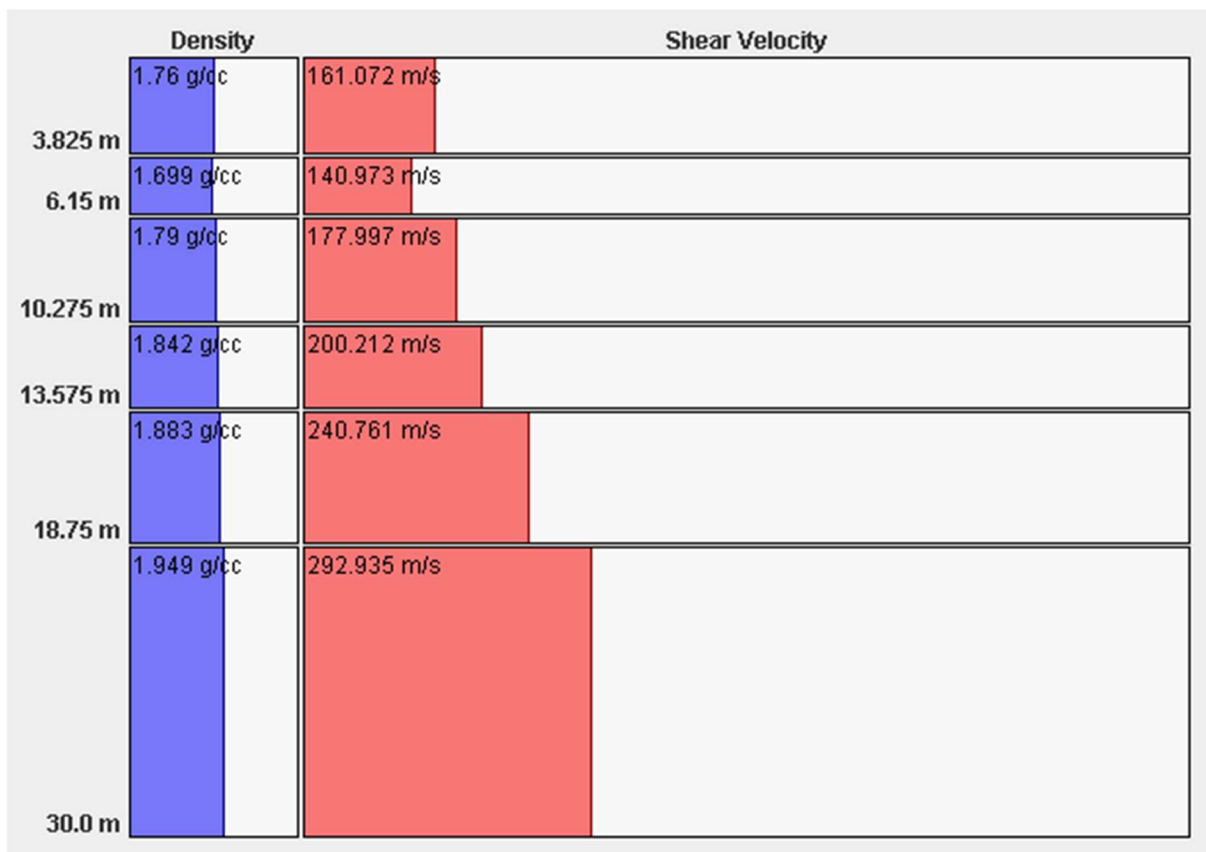


Figura 4.20. Prova sismica ReMi F. Modello di velocità delle onde sismiche di taglio ($V_{s30} = 214.60$ m/s).

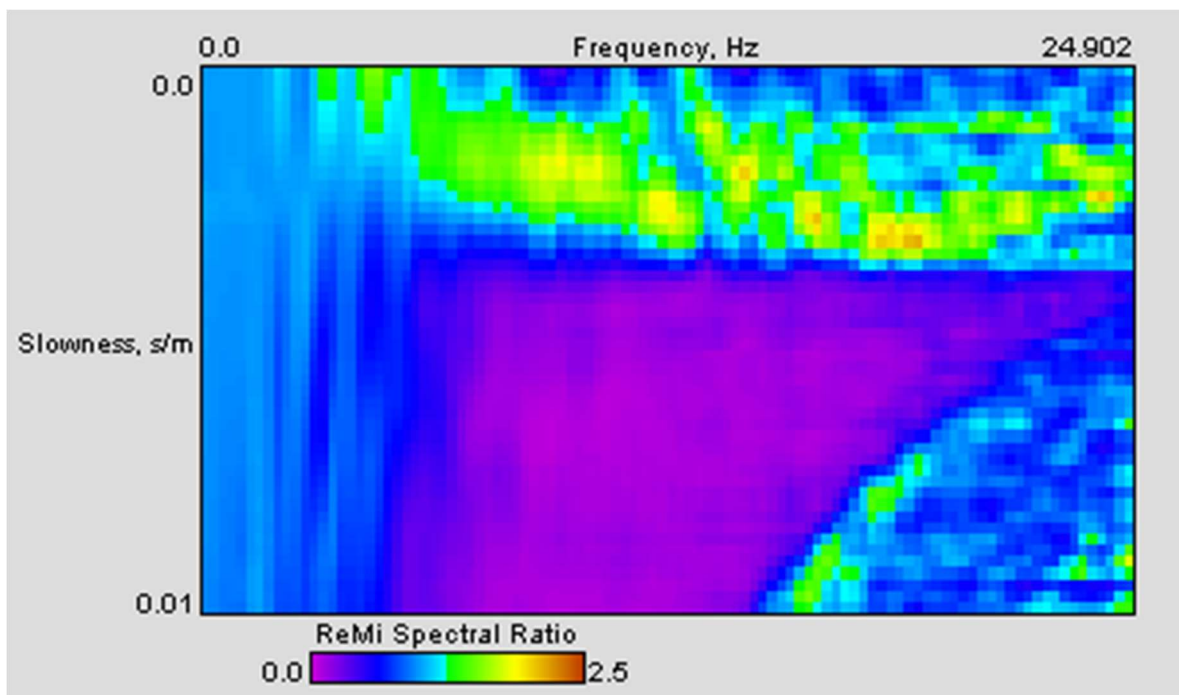


Figura 4.21. Prova sismica ReMi G. Spettro di risposta risultante.

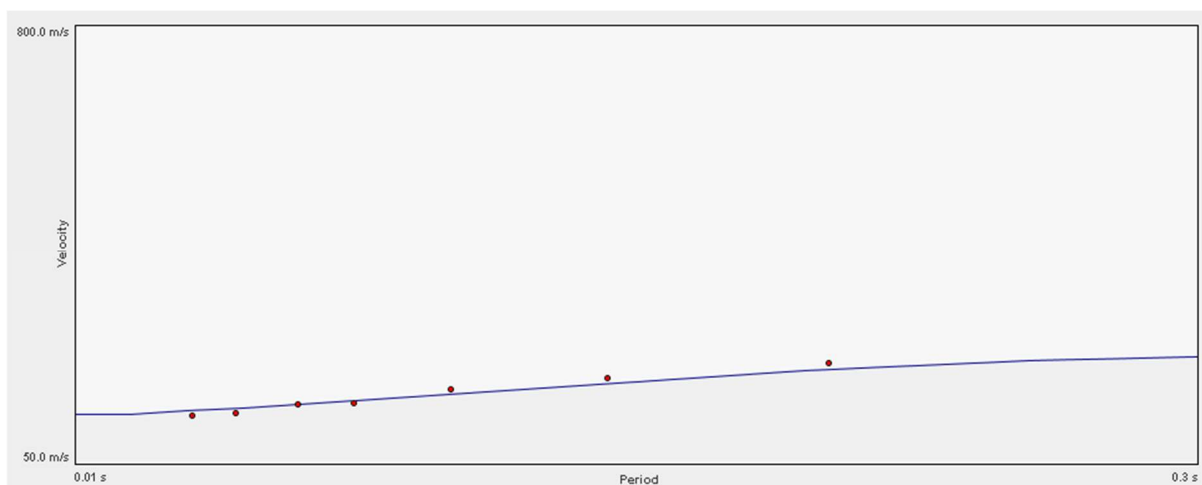


Figura 4.22. Prova sismica ReMi G. Curva di dispersione sintetica.

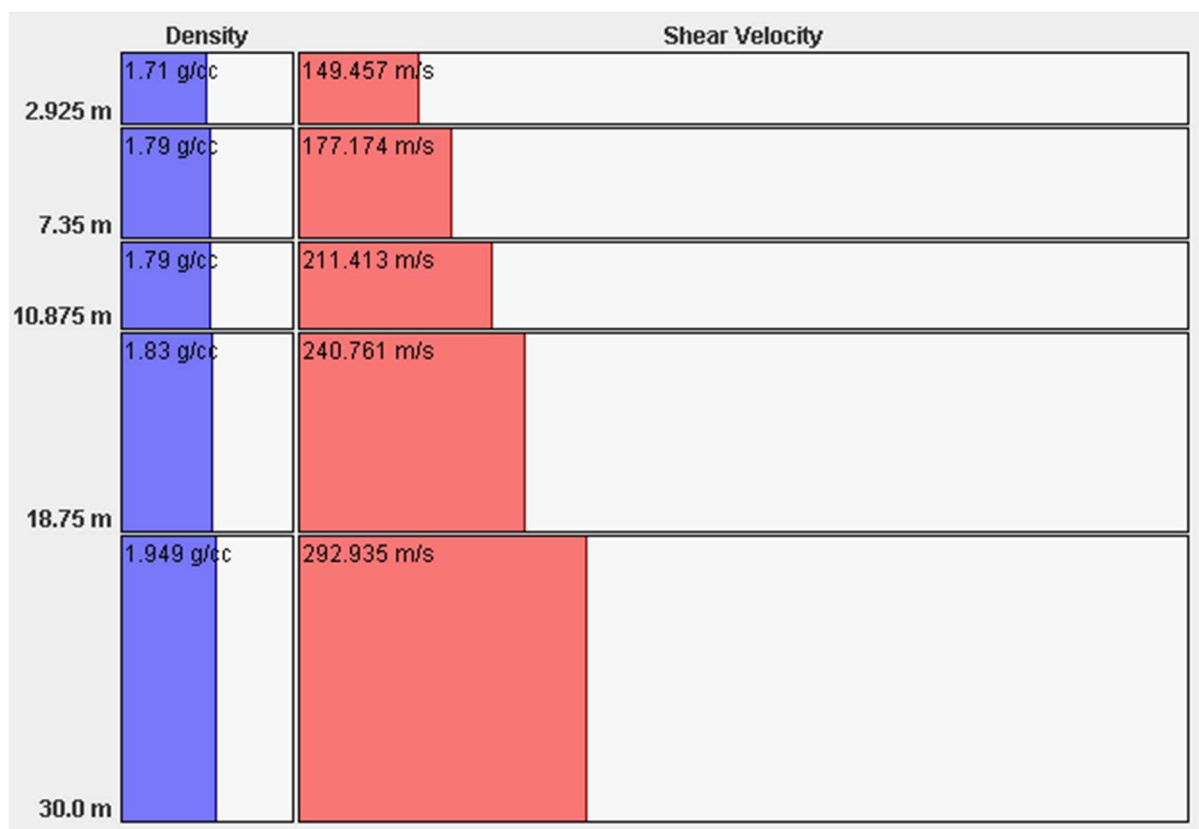


Figura 4.23. Prova sismica ReMi G. Modello di velocità delle onde sismiche di taglio ($V_{s30} = 226.70$ m/s).

Come si rileva dai risultati delle elaborazioni descritte nelle figure precedenti, le prove sismiche della porzione di ciclovia tra Fossadello e Cremona hanno fornito valori della velocità equivalente V_{seq} compresi tra 215 m/s e 268 m/s, quindi in tutti i casi il sottosuolo in corrispondenza del tratto di pista ciclabile in esame rientra nella **categoria sismica C** in base alle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni. Il riassunto dei dati relativi alle prove sismiche è riportato nella tabella seguente.



Indagini sismiche ReMi					
Ciclovia Vento - Tratta Fossadello-Cremona					
Test -	Coordinate UTM		Quota (m s.l.m.)	Vs_{eq} (m/s)	Categoria (NTC 2018)
	Est (m)	Nord (m)			
ReMi A	564787.91	4988696.99	49.21	267.51	C
ReMi B	565879.61	4989869.38	48.94	241.68	C
ReMi C	566578.63	4992160.48	44.91	238.90	C
ReMi D	568733.08	4990388.50	42.00	228.09	C
ReMi E	570753.48	4992133.45	42.42	255.50	C
ReMi F	575123.08	4995621.92	42.73	214.60	C
ReMi G	577579.93	4996936.36	36.82	226.70	C

Tabella 4.I Sintesi dei risultati delle prove sismiche ReMi eseguite nel tratto di pista ciclabile compreso tra Fossadello e Cremona. Per la posizione dei test si veda la figura 4.2. In tutti i casi la Vseq corrisponde a Vs₃₀ poiché il substrato sismico si trova al disotto dei 30 m di profondità.

5. INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La porzione di pista ciclabile che viene presa in considerazione in questo documento è stata investigata in modo specifico, oltre che con le prove sismiche descritte nel capitolo precedente, mediante l'esecuzione di 7 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH, indicate con le sigle da SCPT A ad SCPT G, la cui posizione è riportata nella figura sottostante.

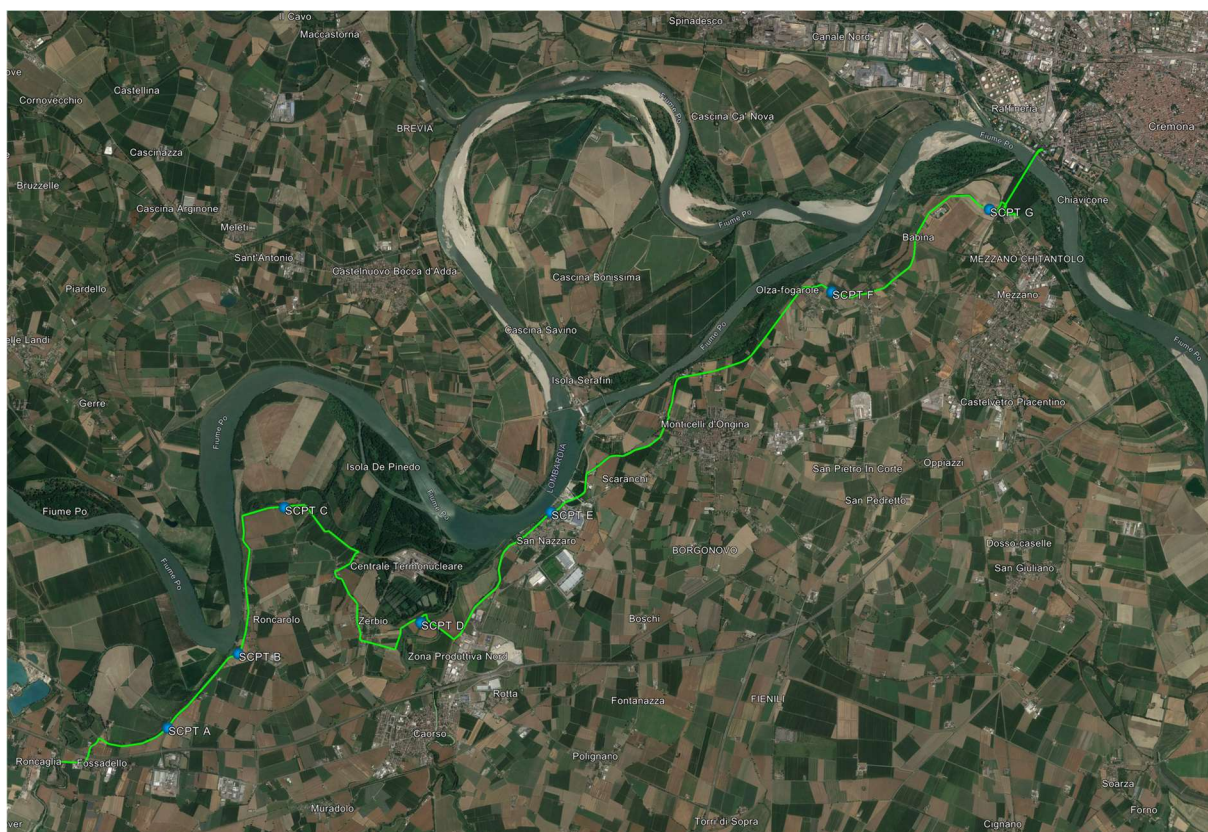


Figura 5.1. Prove penetrometriche superpesanti (SCPT A – SCPT G) eseguite lungo il tracciato della pista ciclabile compreso tra Fossadello e Cremona.

I risultati delle prove penetrometriche dinamiche sono riportati nelle figure che seguono.

Le prove sono state condotte con penetrometro superpesante Pagani TG63-200 in conformità con lo standard DPSH, con maglio da 63.5 kg, altezza di caduta 750 mm, punta conica con area 20 cm² ed angolo del cono di 90°.

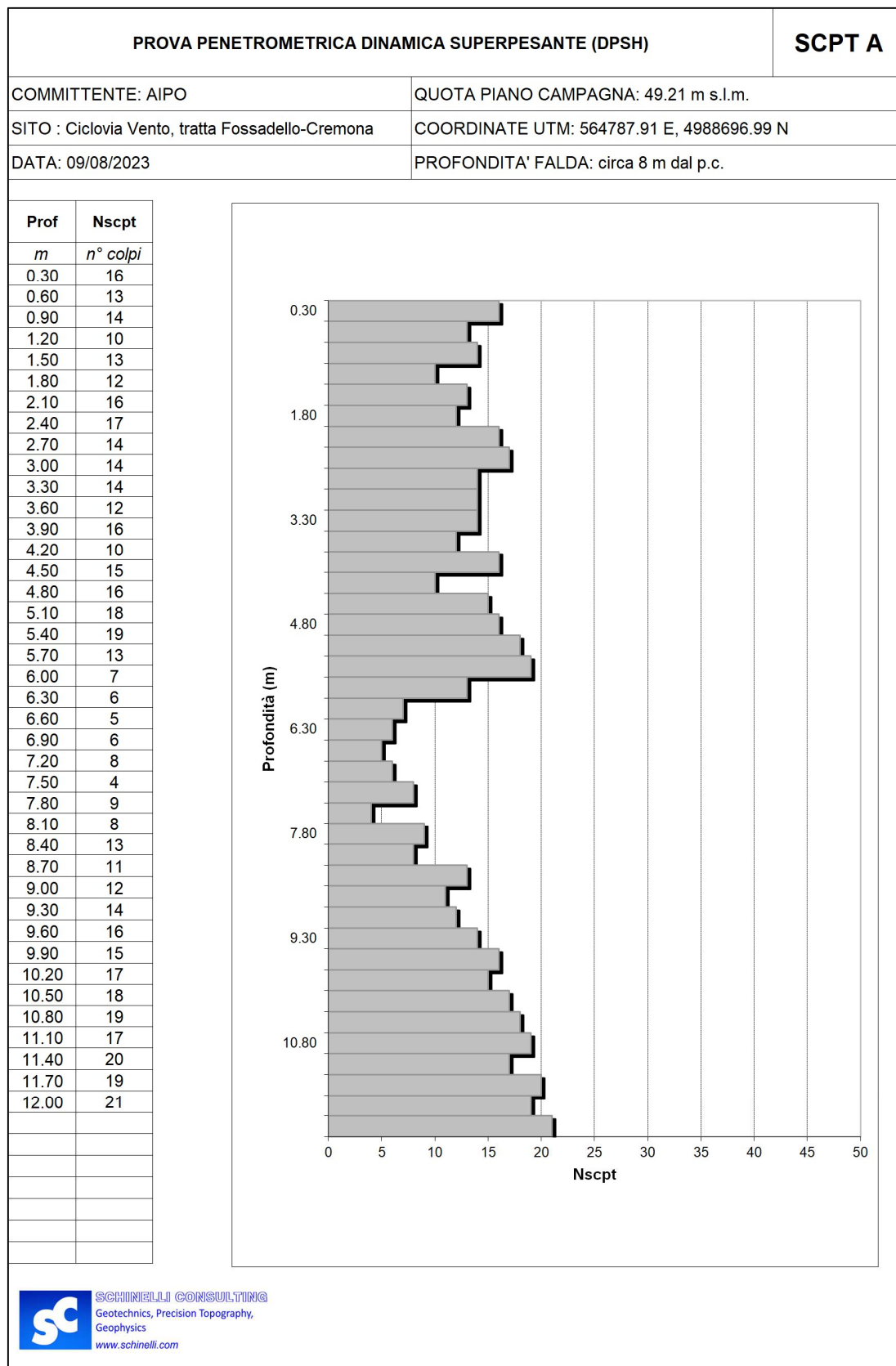
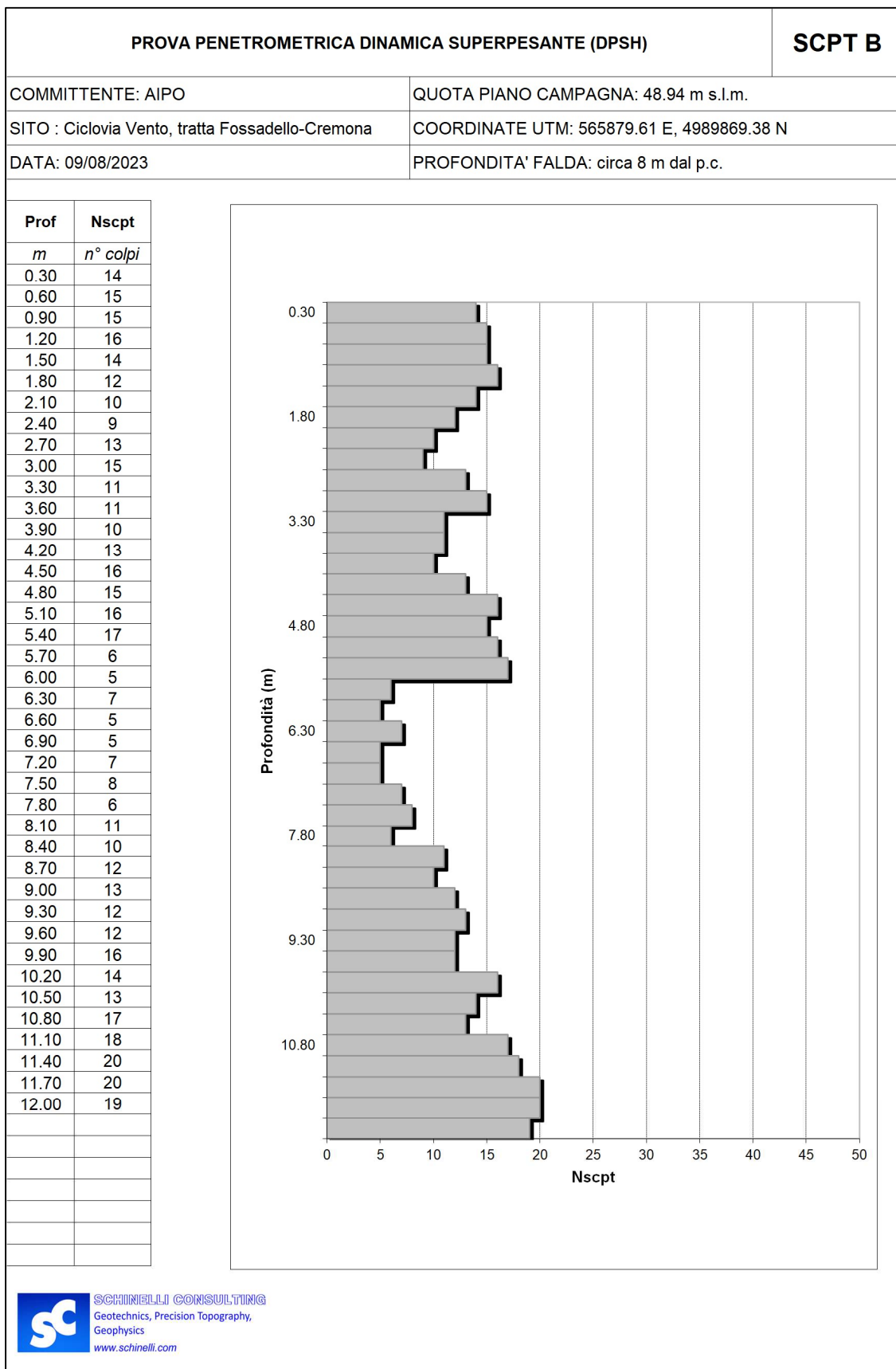


Figura 5.2. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT A.

**Figura 5.3. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT B.**

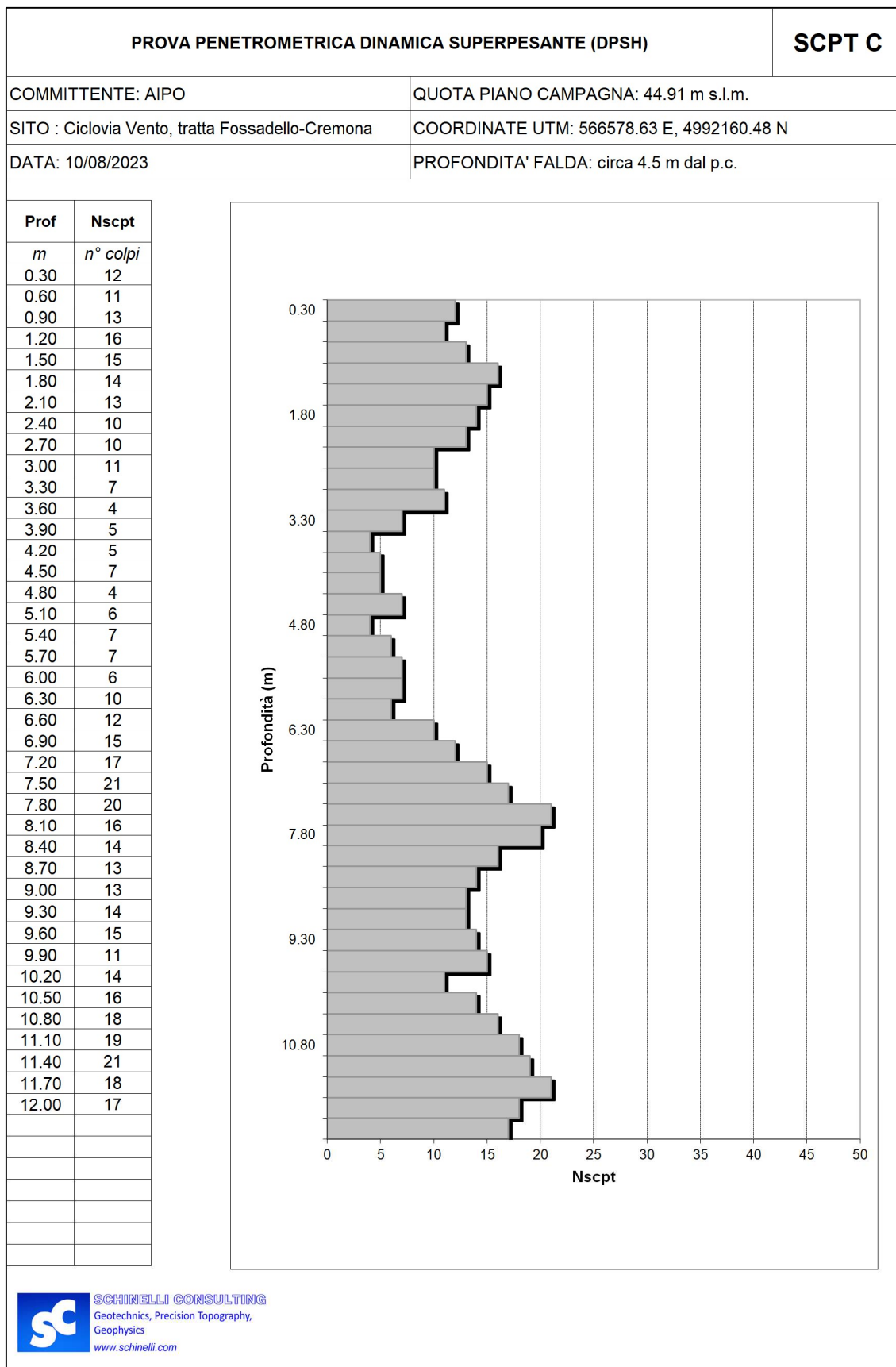


Figura 5.4. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT C.

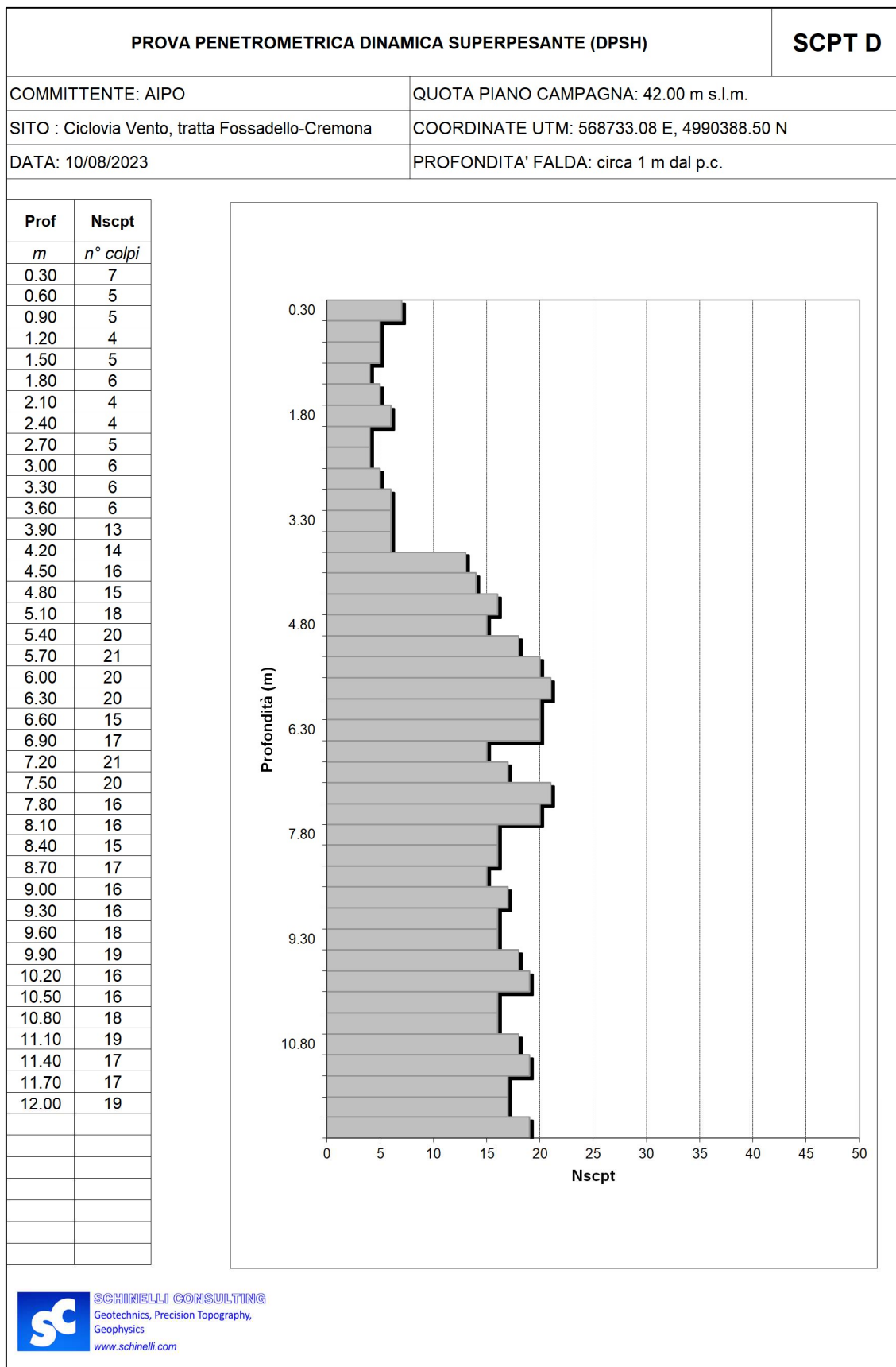
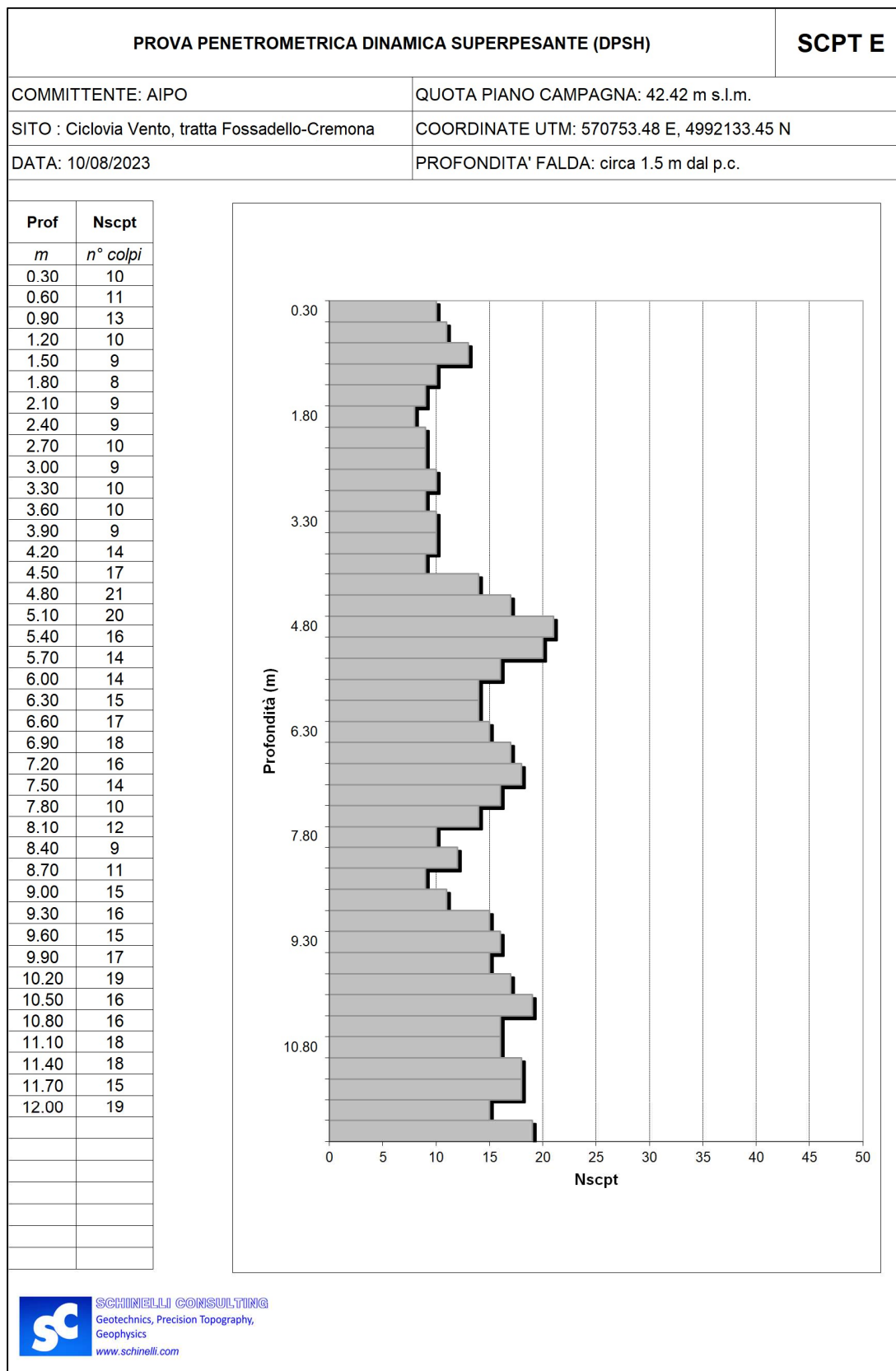


Figura 5.5. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT D.

**Figura 5.6. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT E.**

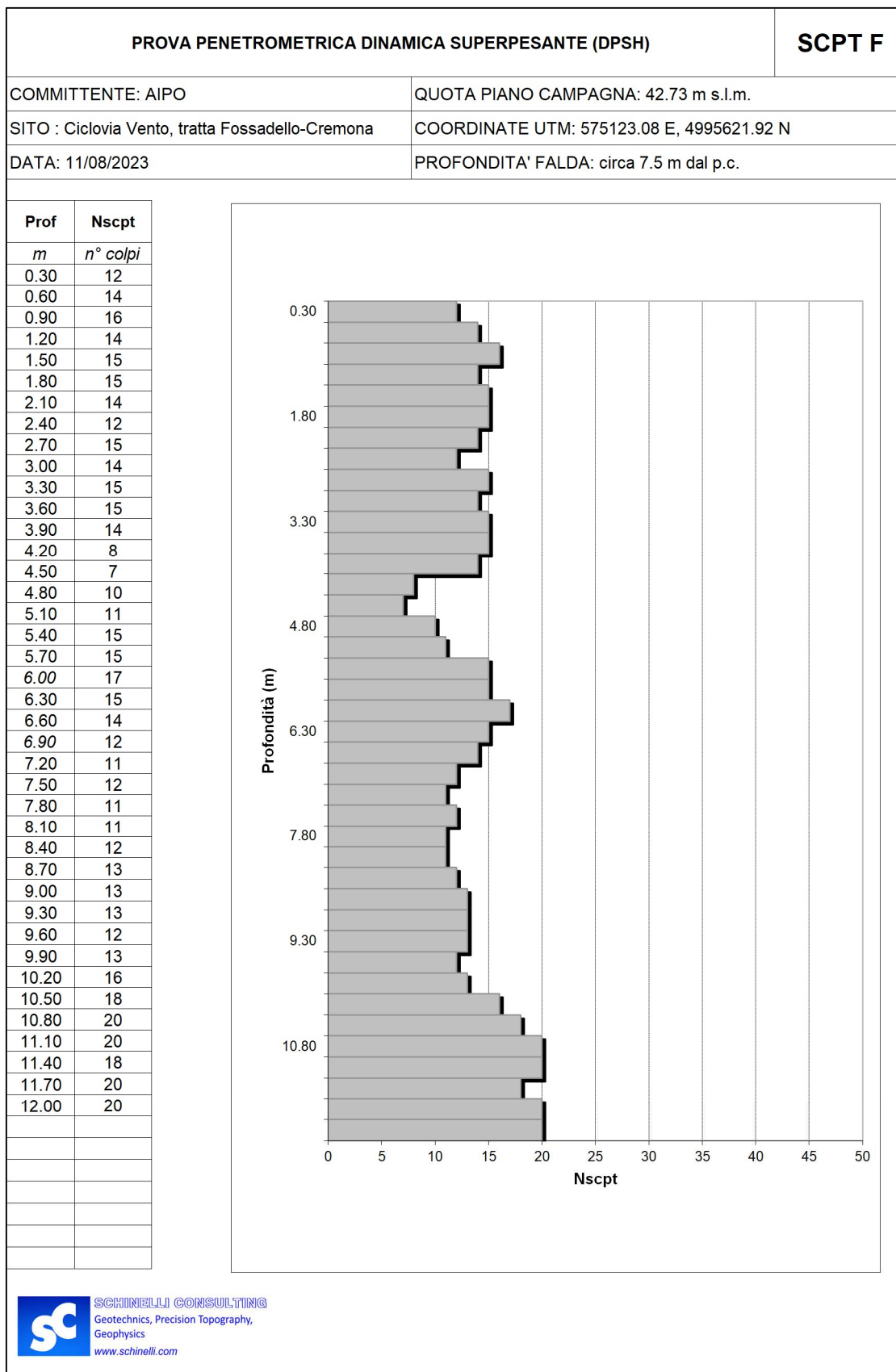


Figura 5.7. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT F.

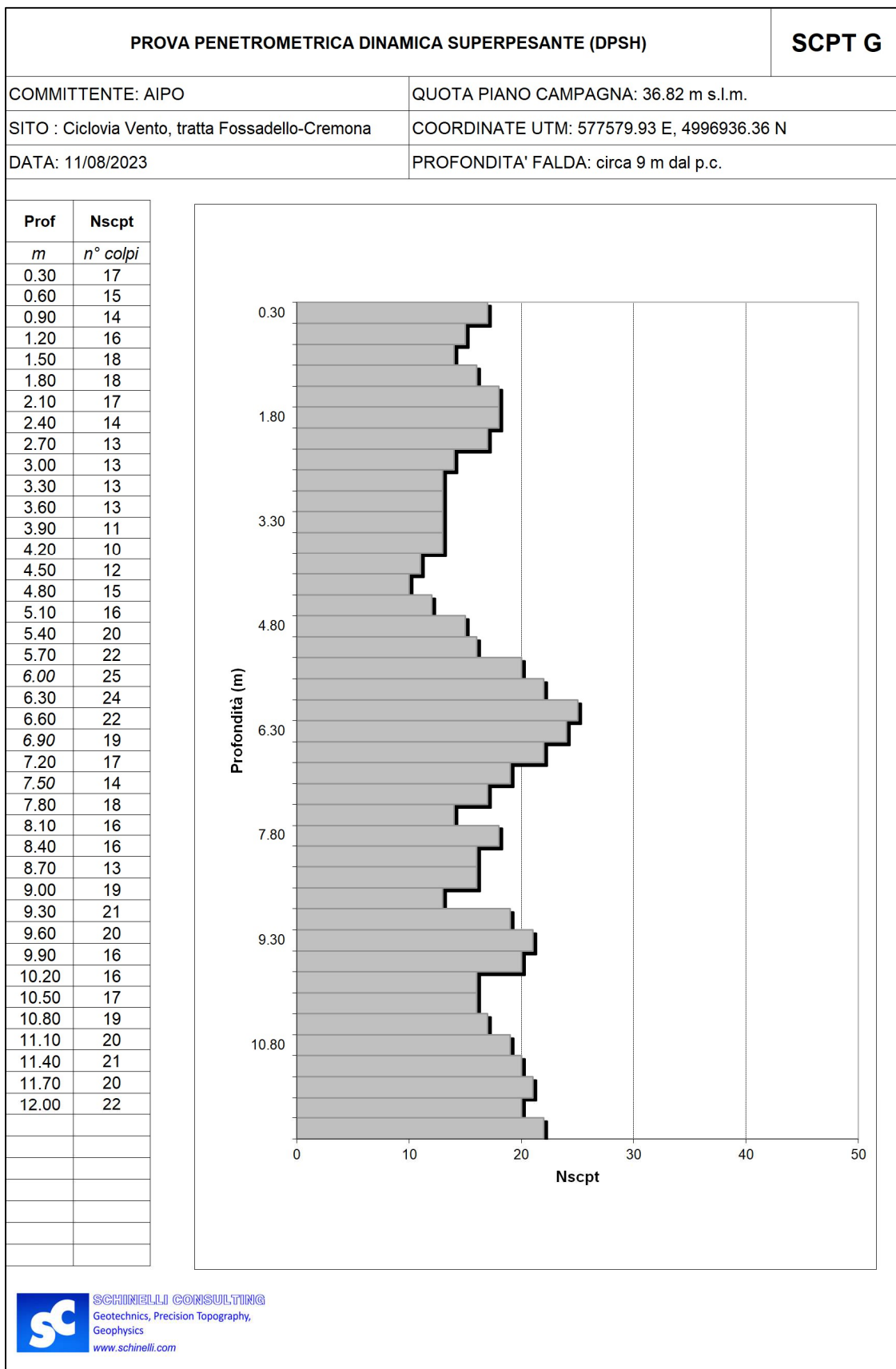


Figura 5.8. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT G.



L'elaborazione delle prove eseguite ha permesso di ricavare i parametri geotecnici caratteristici dei terreni presenti nella tratta di ciclovia oggetto del presente studio. Nonostante una certa variabilità locale dei depositi sedimentari, si può affermare che, nell'ottica delle caratteristiche del progetto e visti i risultati delle prove condotte, si può definire un'unica suddivisione dei parametri geotecnici per il tratto di pista ciclabile in esame.

Nello specifico, per la definizione dei parametri geotecnici sono state applicate le seguenti correlazioni, correlando la resistenza delle prove penetrometriche dinamiche DPSH a quella delle prove standard SPT.

TERRENI DELL'ARGINE A COMPORTAMENTO GRANULARE

Sono terreni a granulometria prevalentemente sabbiosa fine con limi, a tratti argillosi. Nonostante la presenza di componenti anche fini, questi depositi sono caratterizzati da comportamento granulare

Densità relativa (Bazaraa, 1969):

$$D_R(\%) = 0.2236 \sqrt{\frac{N_{SPT}}{a + b \frac{\sigma'_v}{10}}} * 100$$

Dove:

Dr = Densità relativa;

Nspt = Resistenza SPT;

σ'_v = pressione verticale efficace;

a, b: coefficienti funzione della pressione verticale efficace.

Angolo d'attrito (Peck-Hanson & Thornburn, 1974):

$$\Phi = 27.2 + 0.28 N_{spt}$$

Dove:

Φ = angolo d'attrito;

Nspt = Resistenza SPT.



Modulo di Young (Shultz & Mezenbach, 1961):

$$E = (5.27 \cdot N_{spt} + 76) \cdot 0.1$$

Dove:

E = Modulo di Young;

Nspt = Resistenza SPT.

TERRENI NATURALI A COMPORTAMENTO GRANULARE

Per i terreni granulari naturali presenti al disotto dell'argine, dove in linea di massima sono presenti quantità di frazioni limoso argillose inferiori rispetto ai terreni di origine antropica dell'argine e dove comunque la frazione sabbiosa è quella principale, sono state applicate le seguenti correlazioni, sempre correlando la resistenza delle prove DPSH a quella delle prove SPT.

Densità relativa (Meyerof, 1957):

$$D_R(\%) = 0.21 \sqrt{\frac{N_{SPT}}{\frac{\sigma'_v}{p_a} + 0.7}} * 100$$

Dove:

Dr = Densità relativa;

Nspt = resistenza SPT;

σ'_v = pressione verticale efficace.

Angolo d'attrito (Shmertmann, 1977)

$$\Phi = n + m \cdot N_{spt}$$

Dove:



Φ = angolo d'attrito

Nspt = Resistenza SPT

n, m: coefficienti funzione delle granulometrie prevalenti

Modulo di Young (Denver, 1982)

$$E = 7\sqrt{N_{SPT}}$$

Dove:

E = Modulo di Young;

Nspt = Resistenza SPT.

TERRENI NATURALI A COMPORTAMENTO COESIVO

Nei casi di presenza di terreni naturali a comportamento coesivo, che nel sito in oggetto si trovano in buona parte in un livello poco spesso, e superficiale, di natura limoso-argillosa, sono state applicate le seguenti correlazioni. Anche in questi casi la resistenza delle prove DPSH è stata correlata a quella delle prove SPT.

Coesione non drenata (Terzaghi & Peck, 1967)

$$c_u(kPa) = 0.067 * N_{SPT} * 100$$

Dove

c_u = coesione non drenata;

Nspt = Resistenza SPT.

Coefficiente di compressibilità (e modulo edometrico):

$$m_v = \frac{1}{\frac{7.6 * N_{spt}}{1000}}$$



$$M = \frac{1}{m_v}$$

Dove:

m_v = coefficiente di compressibilità;

M = modulo edometrico;

N_{spt} = resistenza SPT

Le figure seguenti riportano i grafici con i parametri calcolati per le tre differenti tipologie di suoli che si rinvencono nella zona: terreni dell'argine a comportamento granulare; terreni naturali a comportamento granulare; terreni naturali a comportamento coesivo.

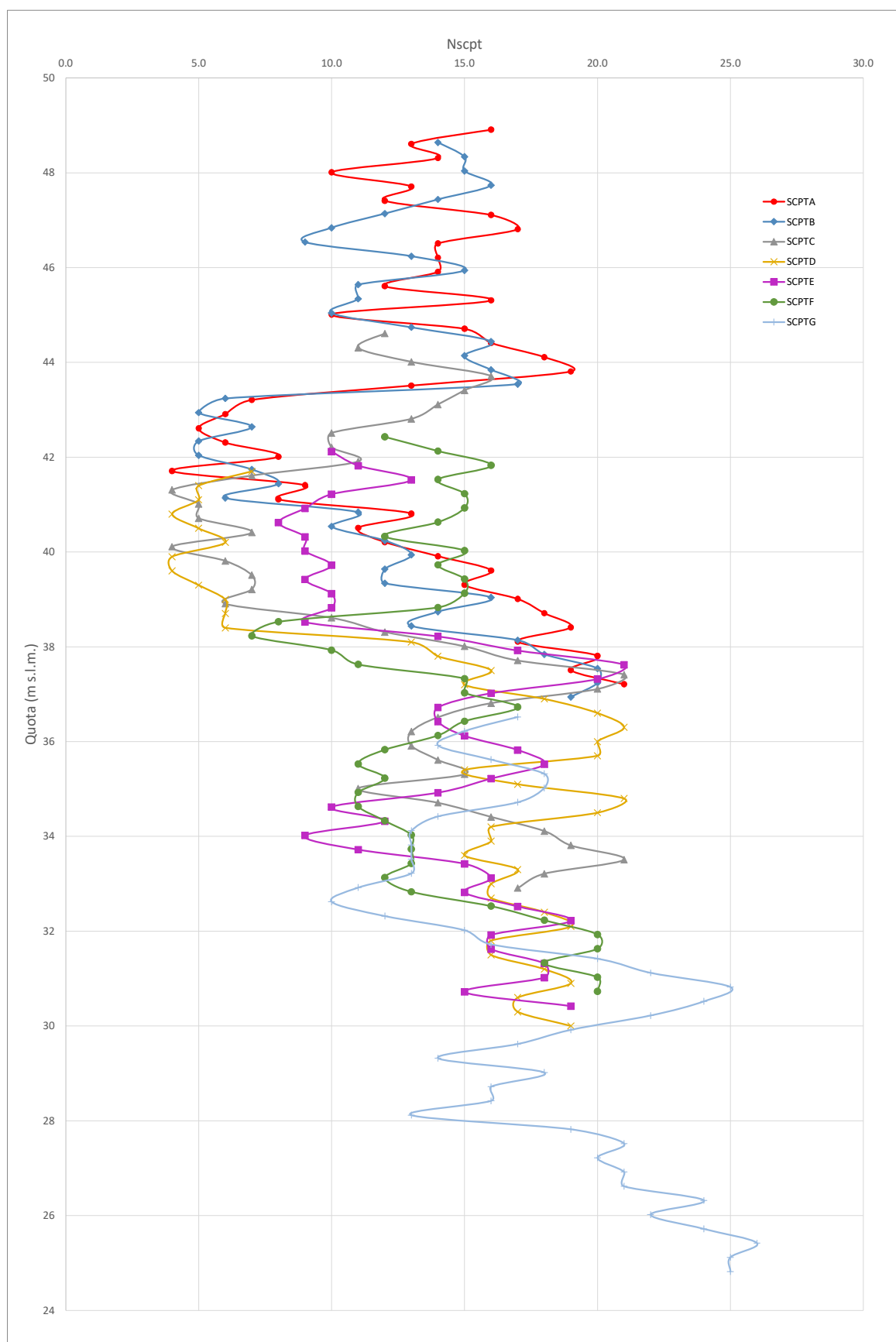


Figura 5.9. Grafico di insieme dei valori di resistenza N_{scpt} .

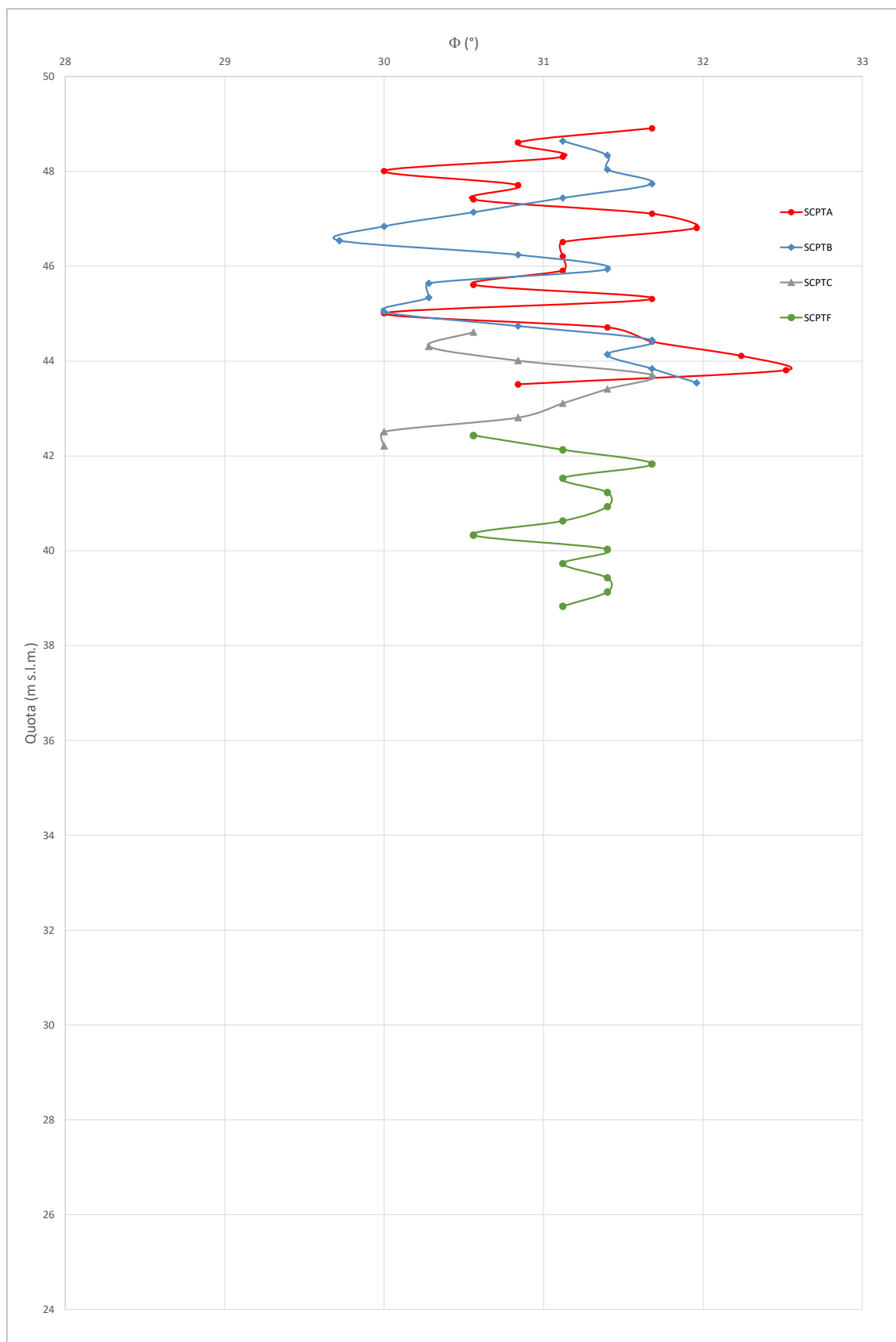


Figura 5.10. Angolo d'attrito dei terreni del rilevato (argine).

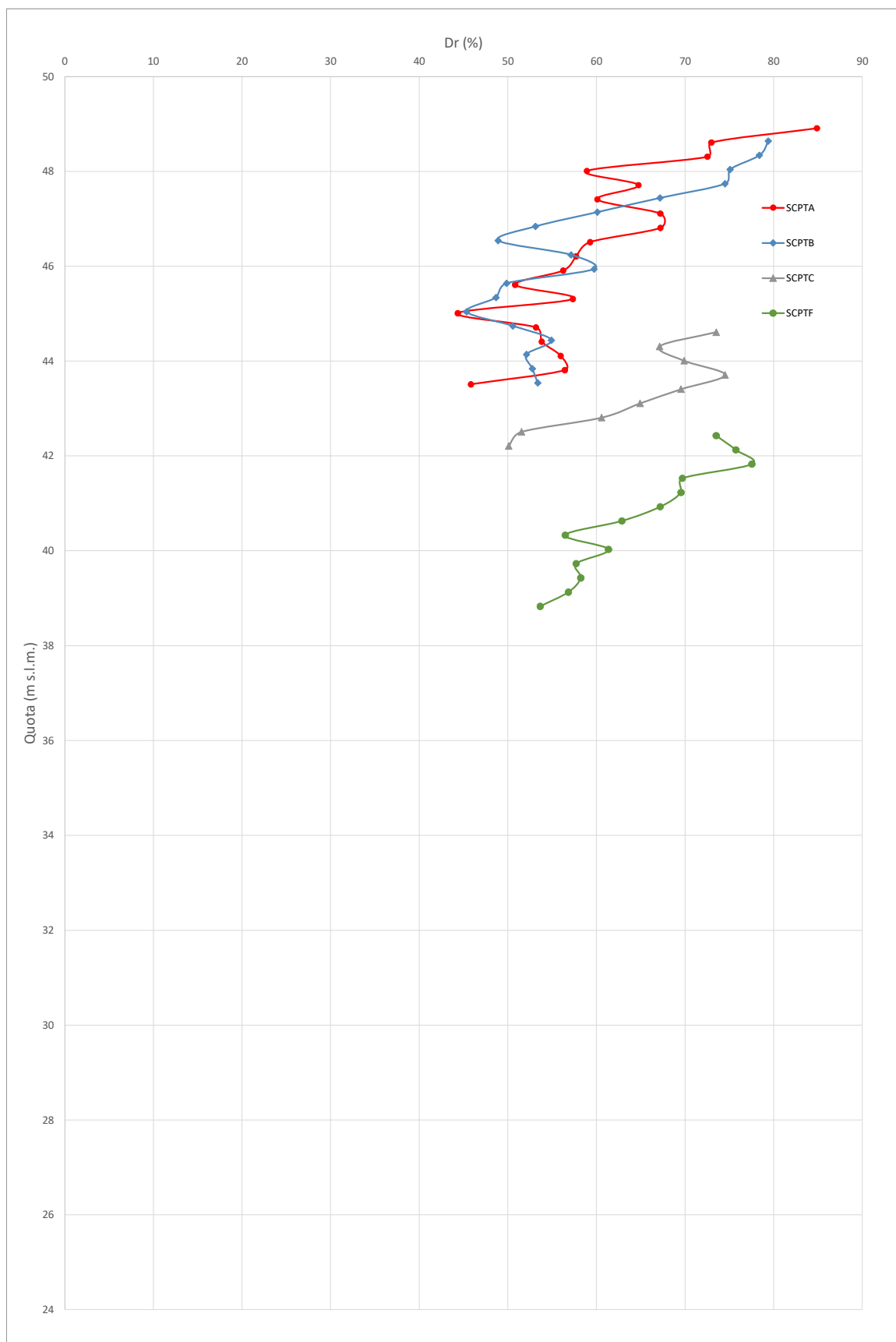


Figura 5.11. Densità relativa dei terreni del rilevato (argine).

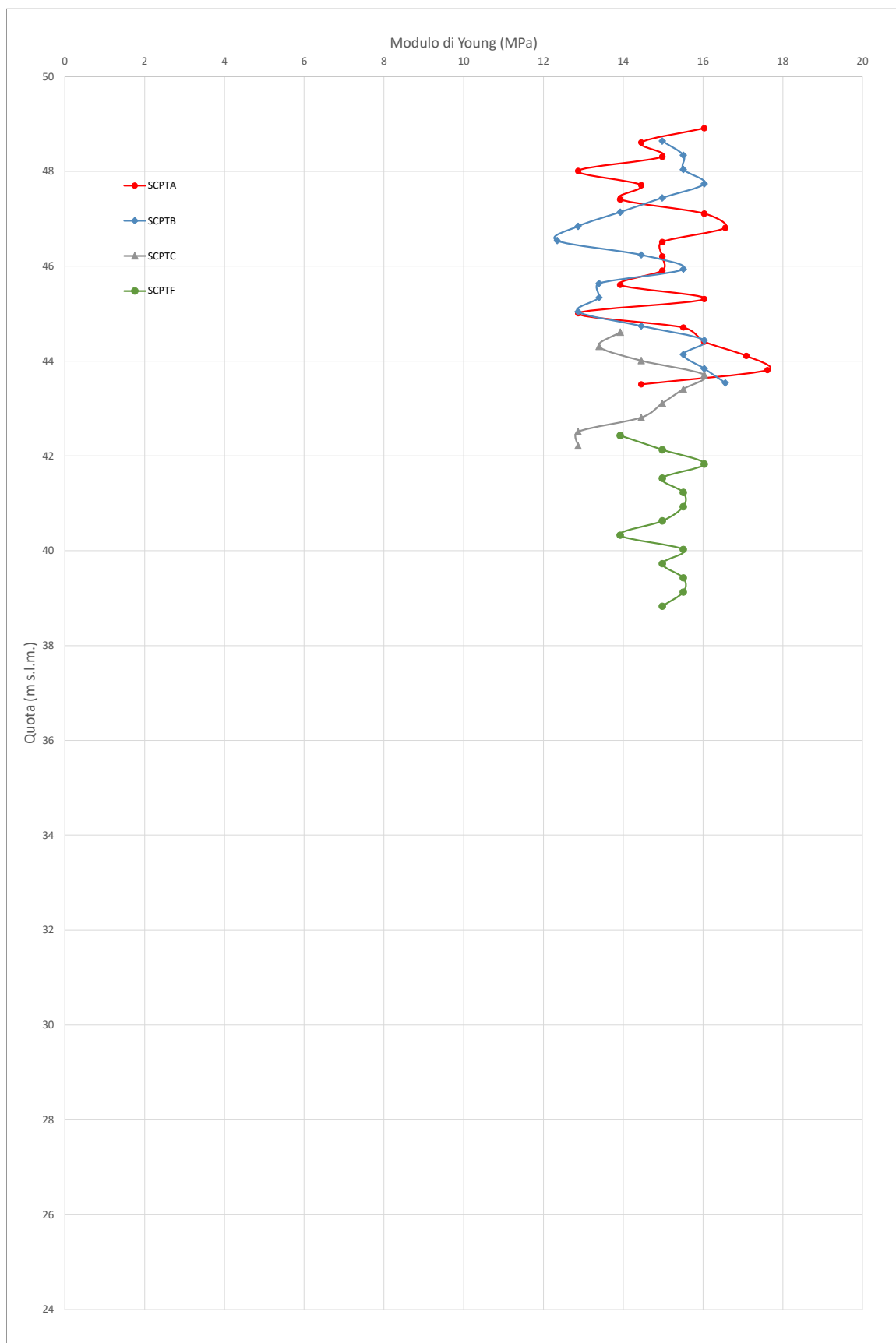


Figura 5.12. Modulo di Young dei terreni del rilevato (argine).

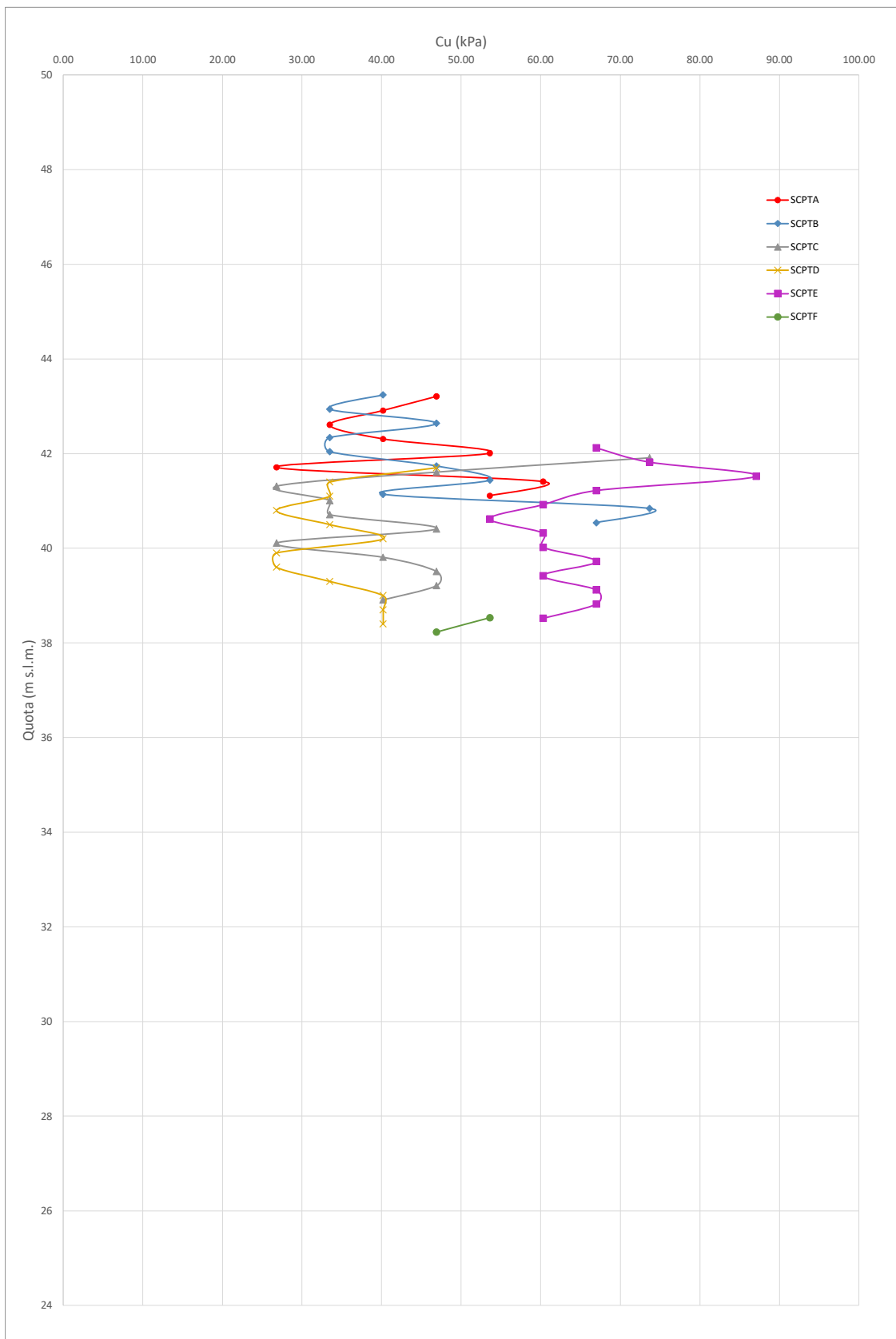


Figura 5.13. Coesione non drenata dei terreni naturali (sotto al rilevato) a comportamento coesivo.



Figura 5.14. Modulo di compressibilità dei terreni naturali (sotto al rilevato) a comportamento coesivo.

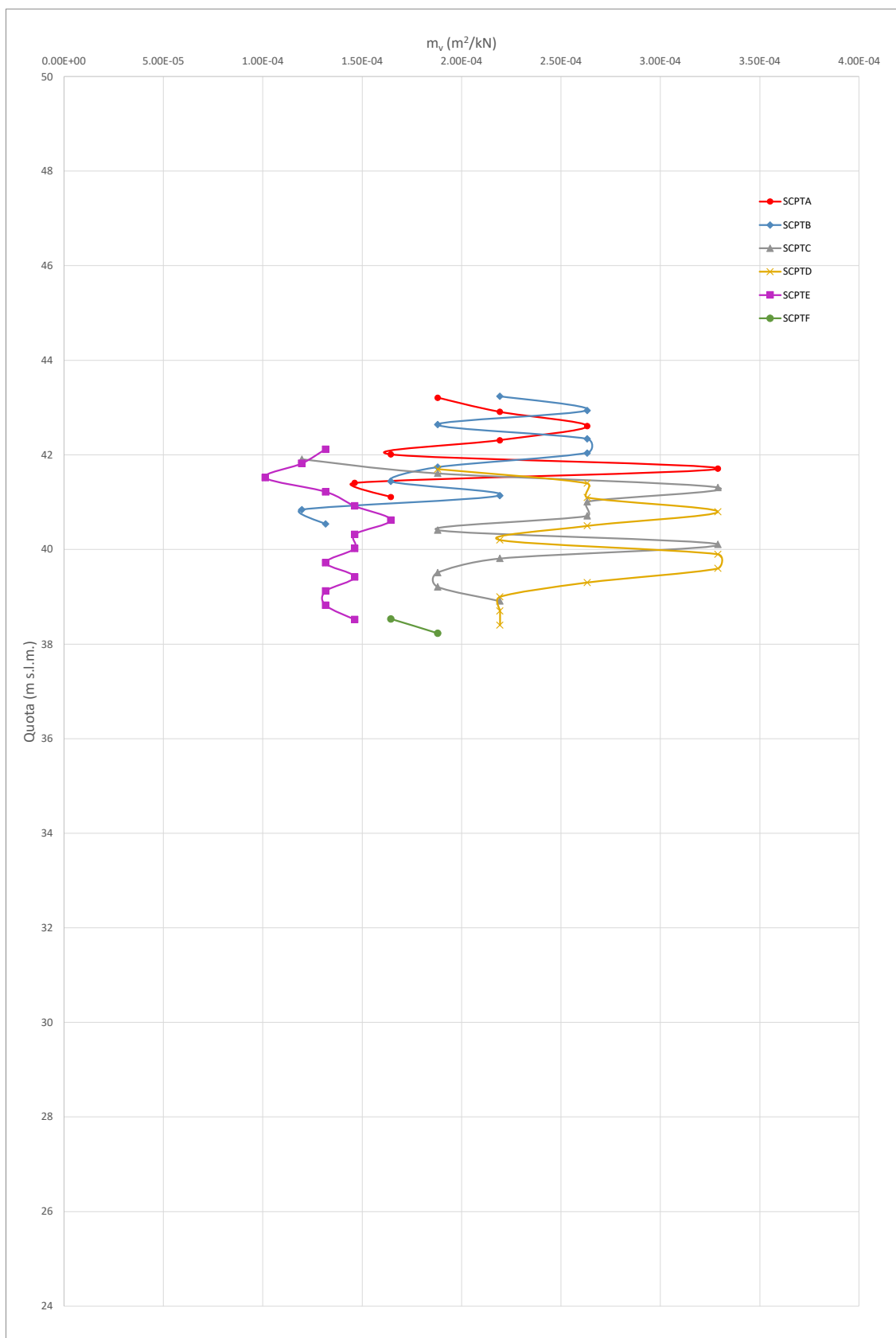


Figura 5.15. Coefficiente di compressibilità dei terreni naturali (sotto al rilevato) a comportamento coesivo.

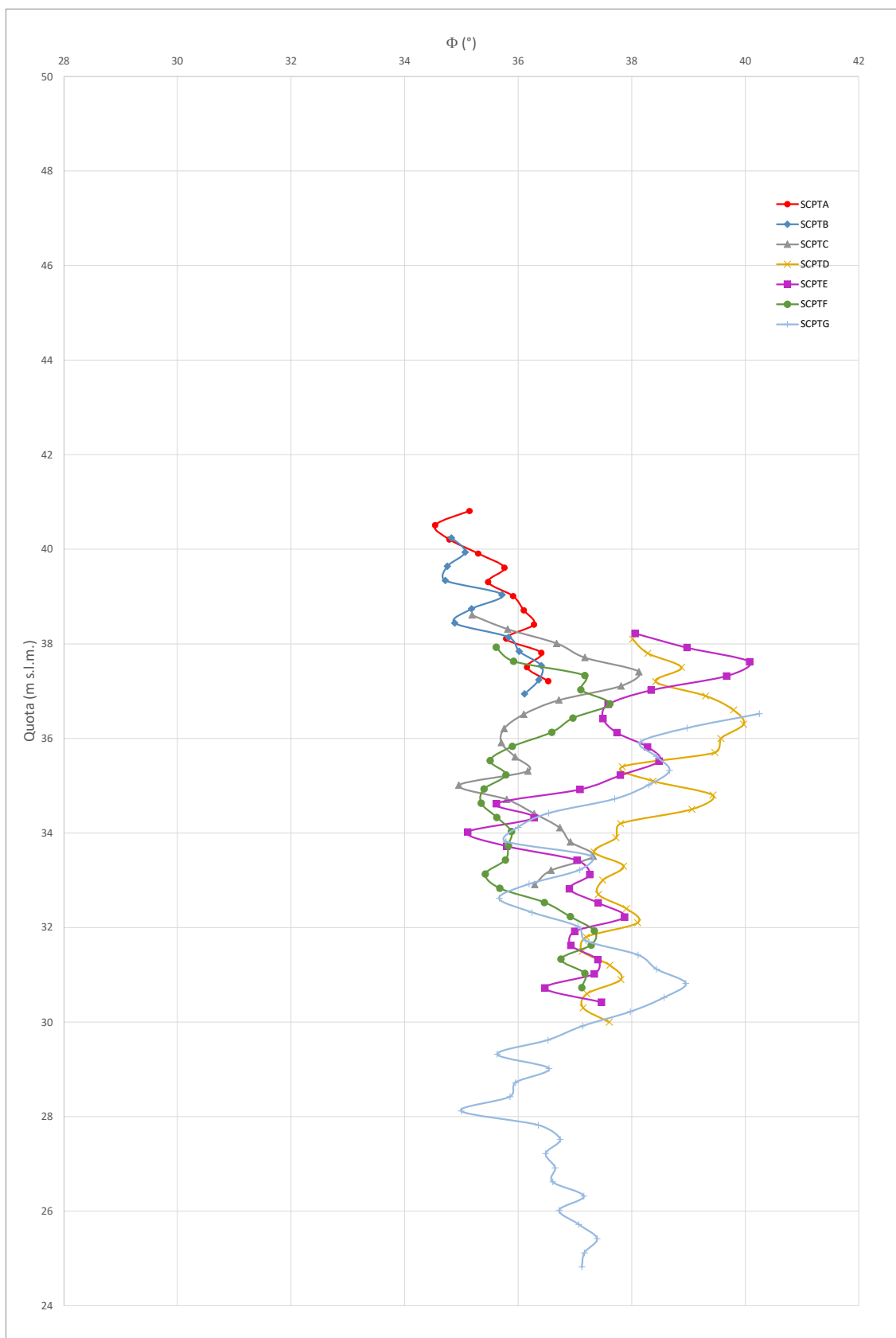


Figura 5.16. Angolo d'attrito dei terreni naturali (sotto al rilevato) a comportamento granulare.

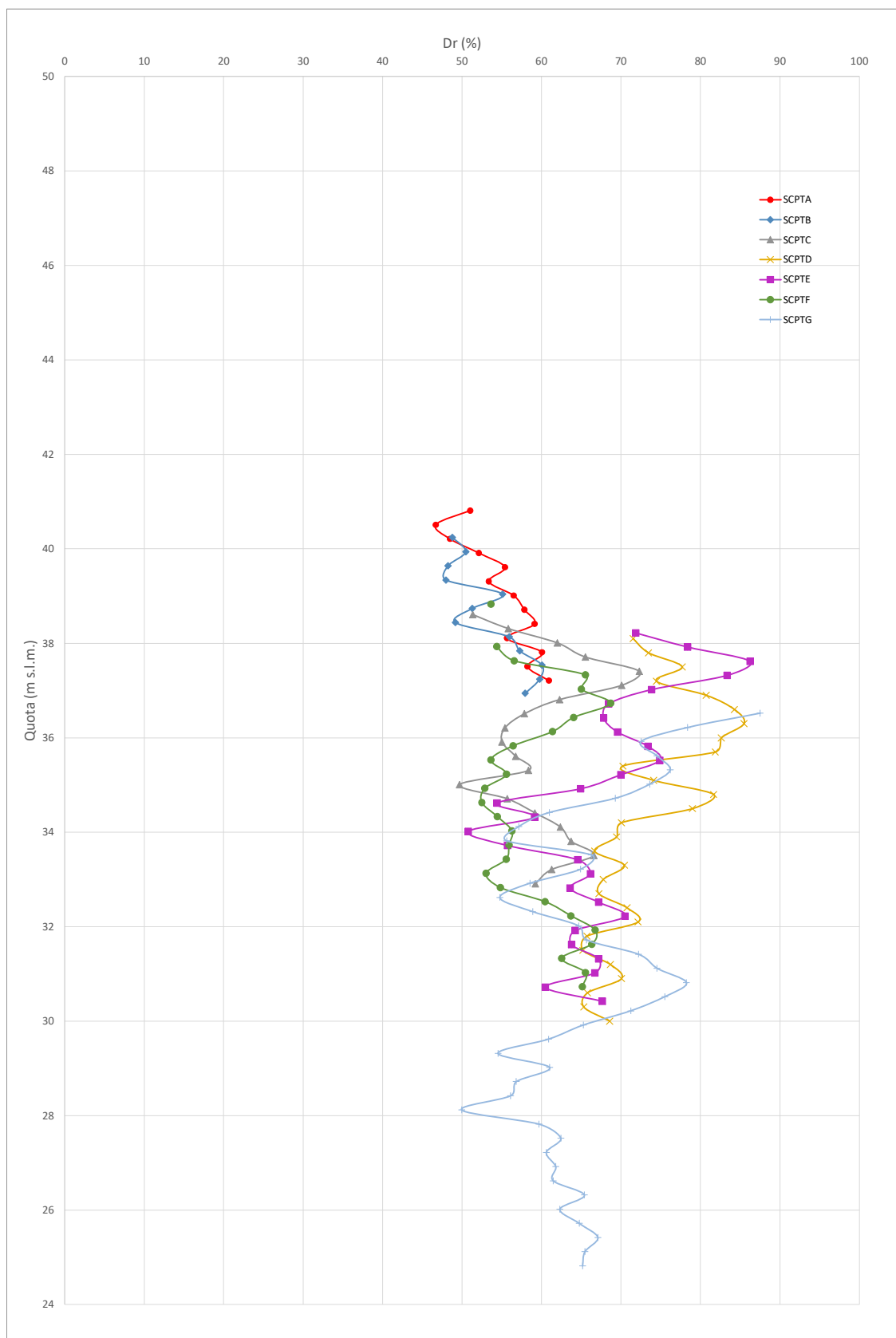


Figura 5.17. Densità relativa dei terreni naturali (sotto al rilevato) a comportamento granulare.

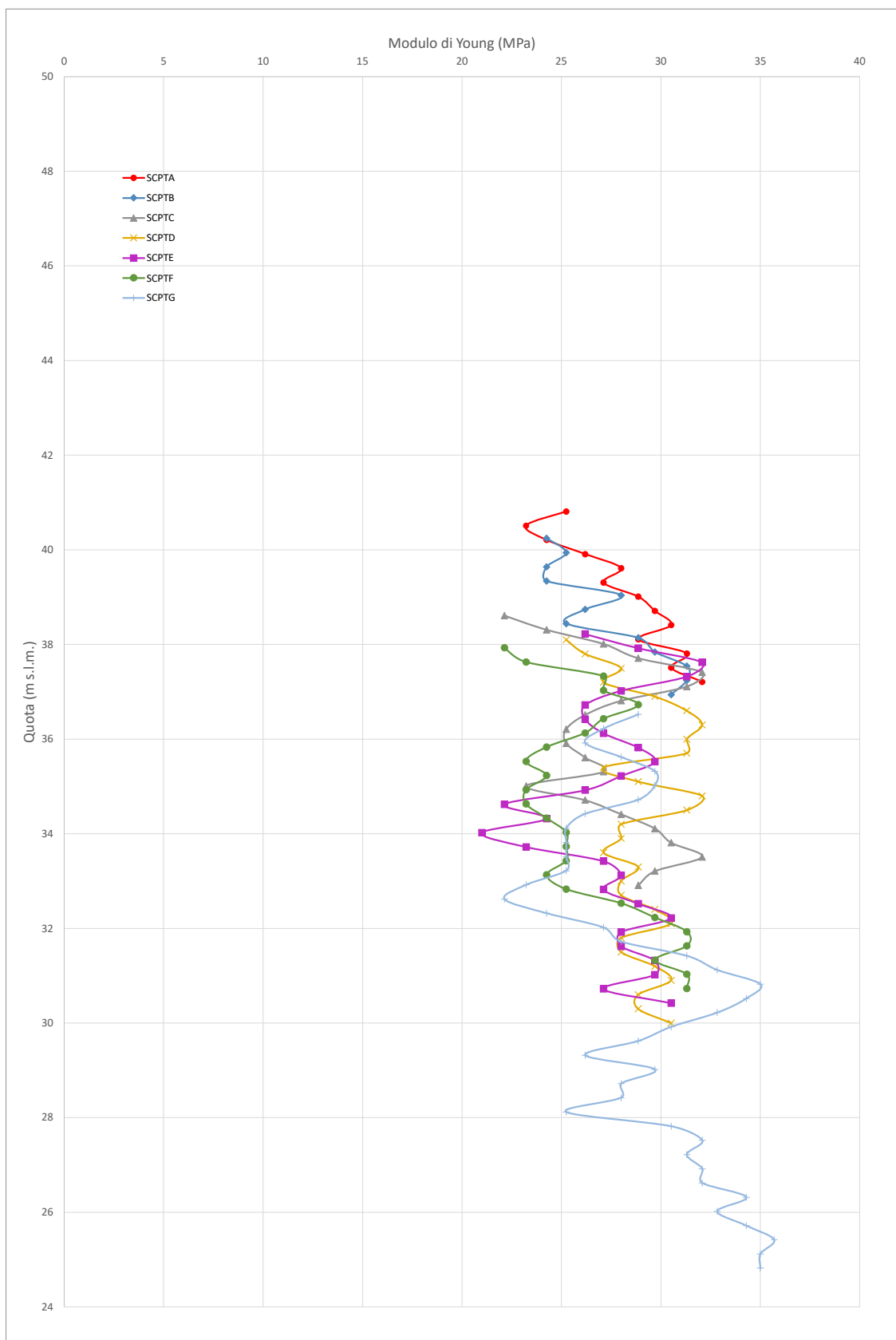


Figura 5.18. Modulo di Young dei terreni naturali (sotto al rilevato) a comportamento granulare.



In base ai risultati delle prove eseguite e considerando i parametri geotecnici derivati e riportati nelle figure precedenti, si può definire la seguente stratigrafia di progetto. Si specifica che data la notevole estensione lineare del tratto di pista ciclabile, con le inevitabili variazioni di quota del piano campagna, della sommità del rilevato e delle interfacce tra i vari litotipi, di seguito si forniscono i parametri caratteristici e gli intervalli di quote assolute in cui ciascun livello si rinviene nelle varie zone del tracciato. Il progettista contestualizzerà ove necessario ciascun livello nelle specifiche zone di interesse.

Livello A (argine): Questo è il materiale del rilevato dell'argine maestro del Po. Costituito da terreni di riporto antropico selezionati con granulometria fine, con sabbia limosa a tratti debolmente argillosa. Lo spessore del materiale del rilevato, a partire dalla sommità dell'argine è compreso tra circa 3.5 m e 5.5 m. Questo livello, a seconda delle zone, si sviluppa tra le quote assolute di circa 49.5 m s.l.m. e 38.5 m s.l.m.

Parametri geotecnici:

$$\gamma = 17.5 \text{ kN/m}^3;$$

$$\Phi = 31^\circ$$

$$Dr = 58\%$$

$$c' = 3 \text{ kPa}$$

$$E = 14.5 \text{ MPa}$$

Livello B: Questo deposito non è sempre presente sebbene si sviluppi, con spessori abbastanza ridotti, in buona parte dell'area di studio. È un terreno caratterizzato da granulometria fine, limoso argilloso, a tratti con sabbia in tenori variabili. È contraddistinto da comportamento coesivo ed ha caratteristiche di compattezza medie. Quando è presente ed a seconda delle zone, si rinviene a quote assolute che variano da circa 43 m s.l.m. a circa 38 m s.l.m.

Parametri geotecnici:



$$\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3;$$

$$c_u = 40 \text{ kPa};$$

$$M = 4.5 \text{ Mpa};$$

$$m_v = 2.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{kN}.$$

Livello C: Terreni costituiti da sabbie passanti a sabbie limose, a tratti debolmente argillose, talora con orizzonti ghiaiosi. Il comportamento è granulare. Il grado di addensamento di questi terreni è generalmente medio o medio-alto. Questo deposito, a seconda delle aree, si rinviene a quote assolute comprese tra circa 40.5 m s.l.m. e 28 m s.l.m.

Parametri geotecnici:

$$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3;$$

$$\Phi = 36^\circ$$

$$Dr = 60\%$$

$$c' = 1 \text{ kPa}$$

$$E = 26 \text{ MPa}$$

Livello C: Sono i depositi a comportamento granulare più profondi. Composizione sabbiosa, passante a sabbioso ghiaiosa, a tratti limosa. Sono presenti in linea di massima al disotto dei 34-28 m s.l.m.

Parametri geotecnici:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3;$$

$$\Phi = 37^\circ;$$

$$Dr = 65\%;$$

$$c' = 1 \text{ kPa};$$

$$E = 30 \text{ Mpa}.$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

γ = peso di volume naturale;

Φ = angolo d'attrito;



D_r = densità relativa;

c' = coesione efficace;

E = modulo di Young;

c_u = coesione non drenata;

M = modulo di compressibilità;

m_v = coefficiente di compressibilità.

La falda si trova a quote comprese tra circa 40 m s.l.m. nel settore occidentale del tratto di pista ciclabile in esame e circa 28 m s.l.m. nel settore orientale.

Di seguito si forniscono le stratigrafie medie con l'indicazione della presenza e delle quote in cui si rinvenivano i livelli descritti in precedenza, suddivisi per diverse tratte lungo la porzione di pista ciclabile oggetto di studio.

Da inizio tratta a km 21.250

Livello	Da quota (m s.l.m.)	A quota (m s.l.m.)
1	50.0	43.5
2	43.5	40.8
3	40.8	35
4	35	-

Da km 21.250 a km 24.990

Livello	Da quota (m s.l.m.)	A quota (m s.l.m.)
1	48.5	42.2
2	42.2	38.9
3	38.9	34
4	34	-

Da km 24.990 a km 33.980

Livello	Da quota (m s.l.m.)	A quota (m s.l.m.)
1	48.5	42.5
2	42.5	38.4
3	38.4	32
4	32	-

Da km 33.980 a km 38.530

Livello	Da quota (m s.l.m.)	A quota (m s.l.m.)
1	46.8	42.2
2	42.2	38.2
3	38.2	30.5
4	30.5	-

Da km 38.530 a fine tratta

Livello	Da quota (m s.l.m.)	A quota (m s.l.m.)
1	42.5	37.0
2	non presente	
3	37.0	27.8
4	27.8	-

Tabella 5.I. Distribuzione media delle stratigrafie di progetto nelle diverse progressive lungo la tratta della pista ciclabile in esame.



Considerando infine il potenziale di liquefazione, si può affermare che le caratteristiche granulometriche, con presenza di sabbie fini, nonché la presenza della falda a profondità inferiore ai 10 m dal piano campagna, sono condizioni per le quali, in caso di evento sismico, si potrebbero verificare localizzati fenomeni di liquefazione legati allo stress ciclico. Si evidenzia, comunque, che gli interventi per la pista ciclabile non comportano alcun incremento dei carichi rispetto alla situazione attuale, né variazioni di destinazione d'uso; pertanto, l'intervento in progetto non comporterà alcun incremento del potenziale di liquefazione né del rischio associato.

SCHINELLI CONSULTING