

# PERMESSO DI COSTRUIRE

## AMPLIAMENTO DEL COMPARTO AUTODROMO DI MODENA

### LOCALITA' MARZAGLIA – COMUNE DI MODENA

Provvedimento Autorizzatorio Unico (PAUR) e Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), L.R. n. 4/2018, D.Lgs. 152/06  
Progetto di modifica e ampliamento del comparto "Autodromo di Modena", in località Marzaglia, Comune di Modena (MO)



**COMPARTO: AUTODROMO DI MODENA**

**PROPONENTE: AERAUTODROMO MODENA SPA**

#### **GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

- ARCHILINEA Srl
- BLUEWORKS – Ing. Yos Zorzi
- GEOGROUP Srl
- PRAXIS AMBIENTE Srl
- STUDIO TECNICO CAPELLARI
- STIEM – Ing. Paolo Scuderi e Ing. Luca Buzzoni
- ATEAM PROGETTI
- STUDIO GECO
- STUDIO TECNICO TADDIA
- Dott. Agr. Giovanni Mondani

## RELAZIONE TECNICA

# P.d.C.4

**REALIZZAZIONE DI TRIBUNA E VISITOR  
CENTER E REALIZZAZIONE DI POSTI AUTO**

## **Relazione Tecnica**

---

comprendente:

### **RELAZIONE GEOLOGICA**

inerente la caratterizzazione e modellazione geologica del sito (6.2.1. NTC 2018)

### **RELAZIONE GEOTECNICA**

Relativa alle indagini, alla caratterizzazione e alla modellazione geotecnica a supporto della progettazione strutturale (6.2.2. NTC 2018) nonché relativa alla verifica delle opere di fondazione (6.4. NTC 2018)

### **ANALISI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE**

Relativa alla caratterizzazione geofisica del volume significativo di terreno (3.2.2 NTC 2018), valutazione dell'azione sismica di riferimento (3.2.3. NTC 2018), Risposta sismica locale e verifica della stabilità nei confronti della liquefazione (7.11.3. NTC 2018)



Oggetto:

Studio del terreno di fondazione inerente alla realizzazione di una tribuna e di un visitor center sito in prossimità dell'Autodromo di Modena sito in Strada Pomposiana 225/a in località Marzaglia nel Comune di Modena  
**PdC 4 REALIZZAZIONE DI TRIBUNA E VISITOR CENTER E REALIZZAZIONE DI POSTI AUTO**

**Rif. 128/20**

## Indice del contenuto

---

1. INTRODUZIONE .....	4
1.1 STATO DI FATTO E STORIA DEL SITO.....	6
1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	15
1.3 VALUTAZIONE DEI VINCOLI E DELLE TUTELE PRESENTI NELL'AREA .....	22
1.4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO .....	35
2 INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	44
2.1 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PUNTA MECCANICA CPT.....	45
2.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPER PESANTI DPSH .....	48
2.3 ANALISI DI LABORATORIO DI GEOTECNICA .....	49
ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AGI 1994, ASTM D421-02, ASTM D422-02) .....	50
CONTENUTO DI UMIDITÀ NATURALE (ASTM D 2216 – 98; ASTM D 2974 - 00) .....	52
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG (ASTM D 4318-00 E ASTM D 4943-02).....	52
2.4 CARATTERISTICHE LITOSTRATOGRAFICHE DEL SITO D'INDAGINE .....	54
3 PROVE DI CARICO SU PIASTRA DINAMICA DPLT .....	59
4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DEL SITO .....	61
4.1 TOMOGRAFIA ELETTRICA ERT.....	62
4.2 INDAGINE SISMICA CON METODO MASW .....	72
4.3 INDAGINI SISMICHE HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO (HVSR) .....	76
4.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (§ 3.2.2 NTC 2018) .....	78
4.5 AZIONE SISMICA E RISPOSTA SISMICA DEL SITO .....	79
4.6 ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	81
4.7 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE (§ 7.11.3.4 NNTC 2018) .....	90
5 VERIFICHE GEOTECNICHE.....	94
5.1 VERIFICA DEI CEDIMENTI .....	96
5.2 MODULO DI SOTTOFONDO .....	96
5.3 VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI SLU (6.4 NNTC 2018).....	97
6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	99

## Tavole

---

<b>Tav. n. 1:</b> “Carta Corografica”	scala 1: 25.000;
<b>Tav. n. 2:</b> “Carta Topografica”	scala 1: 10.000;
<b>Tav. n. 3:</b> “Ripresa fotografica aerea”	scala grafica;
<b>Tav. n. 4:</b> “Carta geologica”	scala 1: 5.000;
<b>Tav. n. 5:</b> “Ubicazione indagini geotecniche”	scala grafica
<b>Tav. n. 6:</b> “Tomografia elettrica ERT”	scala grafica

## Allegati

---

<b>ALL. n. 1</b> Prove penetrometriche corredate di interpretazione geotecnica
<b>ALL. n. 2</b> Indagini sismiche
<b>ALL. n. 3</b> Verifica alla liquefazione
<b>ALL. n. 4</b> Prove di laboratorio
<b>ALL. n. 5</b> Prove di carico su piastra dinamica DPLT
<b>ALL. n. 6</b> Verifiche geotecniche



# 1. INTRODUZIONE

---

Il presente studio geologico, geotecnico e sismico, eseguito nel mese di gennaio 2020, ha avuto lo scopo principale di determinare le caratteristiche geotecniche e litostratigrafiche di un'area in cui è in progetto la realizzazione di una tribuna e di un visitor center in prossimità dell'Autodromo di Modena sito in Strada Pomposiana nel Comune di Modena (MO).

L'area in oggetto è posta in località Marzaglia, come illustrato nella "Carta Corografica" tavola CTR n.201\_SO alla scala 1: 25.000 (**tav. n. 1**), nella "Carta Topografica" CTR 201140 alla scala 1:10.000 (**tav. n.2**) e nella "Ripresa fotografica aerea" (**tav. n. 3**), riportate in allegato.

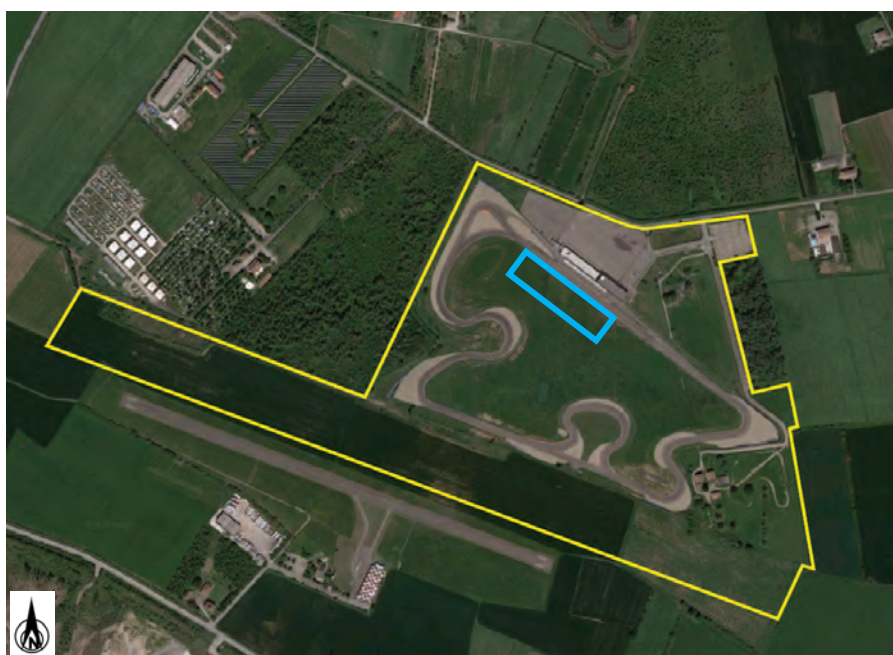
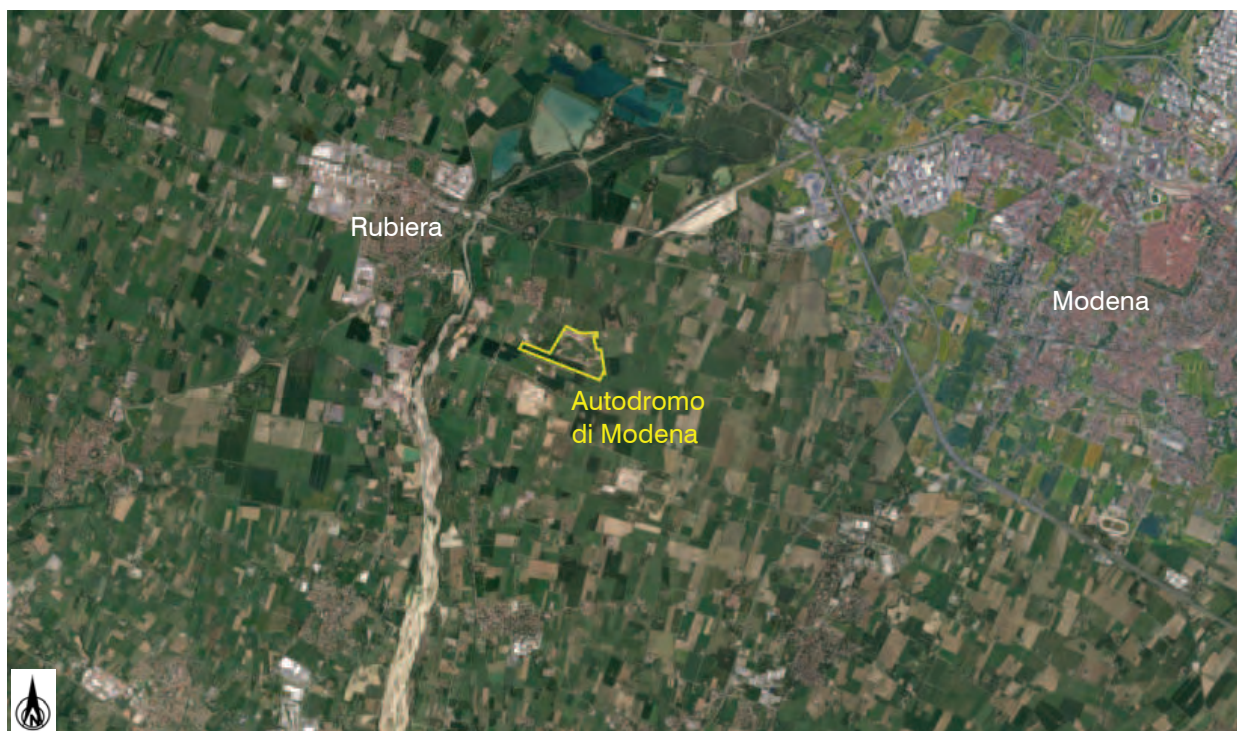


**Fig.1.1:** Inquadramento corografico dell'area in scala 1:100'000, Tavole CTR 201SO e 201SE.



**Fig. 1.2:** Inquadramento corografico dell'area in scala 1:25.000, Tavole CTR 201SO e 201SE e inquadramento topografico dell'area in scala 1:10.000, Sezione CTR 201140





**Fig. 1.3:** Inquadramento geografico dell'area di interesse (immagini tratte da *Google Maps*).

## 1.1 STATO DI FATTO E STORIA DEL SITO

---

L'aerodromo di Modena era un impianto sportivo che si trovava a Modena lungo la via Emilia. In esso vi erano contemporaneamente sia le strutture tipiche di un aeroporto (pista in cemento, torre di controllo, aviorimesse) che quelle di un autodromo (direzione gara, box, tribune), da cui la particolare denominazione. Sull'area su cui sorgeva l'impianto, in principio periferica ma ormai inglobata dal tessuto urbano della città, sorge oggi il parco Enzo Ferrari (che ha completamente cancellato il tracciato della pista). Dopo lo smantellamento dell'Aerodromo di Modena, avvenuto a partire dagli anni sessanta, la città emiliana si era ritrovata senza un circuito automobilistico. Iniziarono quindi i tentativi per ricrearne uno.

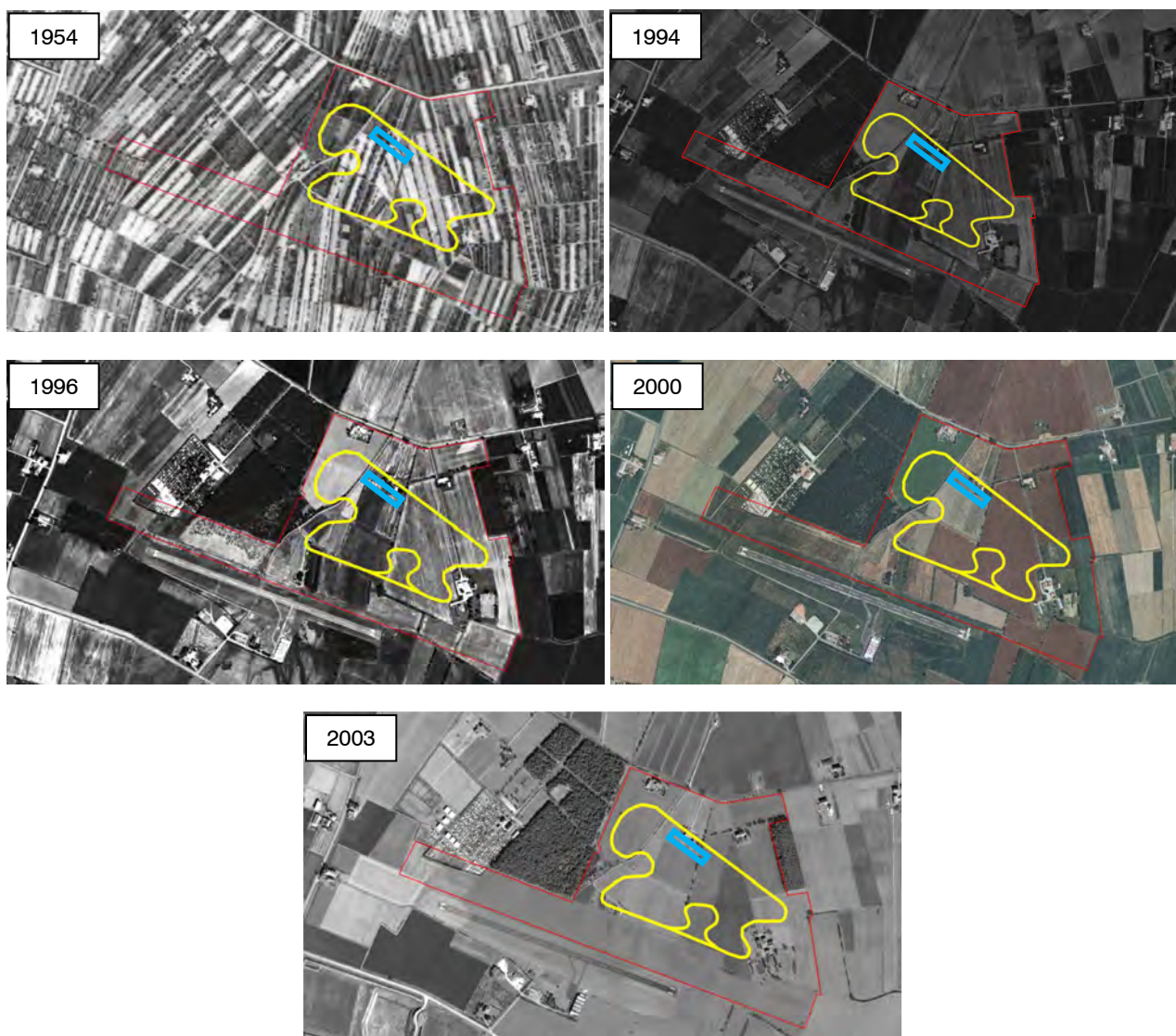
A partire dal 2000 venne messo in piedi un progetto per la costruzione del nuovo autodromo a Marzaglia. Il progetto, presentato a dicembre 2007, prevedeva la costruzione di un tracciato di 1.600 m circa, dotato di un'ampia zona box, la cui inaugurazione era prevista nel 2011. Il circuito venne poi allungato a 2.007 m, generando tensioni tra ARPA e l'assessorato all'urbanistica di Modena, ma alla fine ebbe il via libera definitivo nella sua conformazione attuale.

Ad oggi viene utilizzato per diversi tipi di eventi, dai test delle case automobilistiche e motociclistiche ai raduni storici e ai corsi di guida sicura.

Attualmente è in fase progettuale la modifica e l'ampliamento del circuito attraverso la realizzazione di nuovi edifici, tribune e strutture ricettive unitamente all'allungamento del tracciato originario.

Pertanto al fine di definire nel dettaglio l'evoluzione temporale dell'area di interesse (contorno rosso), si riporta di seguito una ricostruzione storica realizzata mediante l'ausilio delle fotografie aeree.

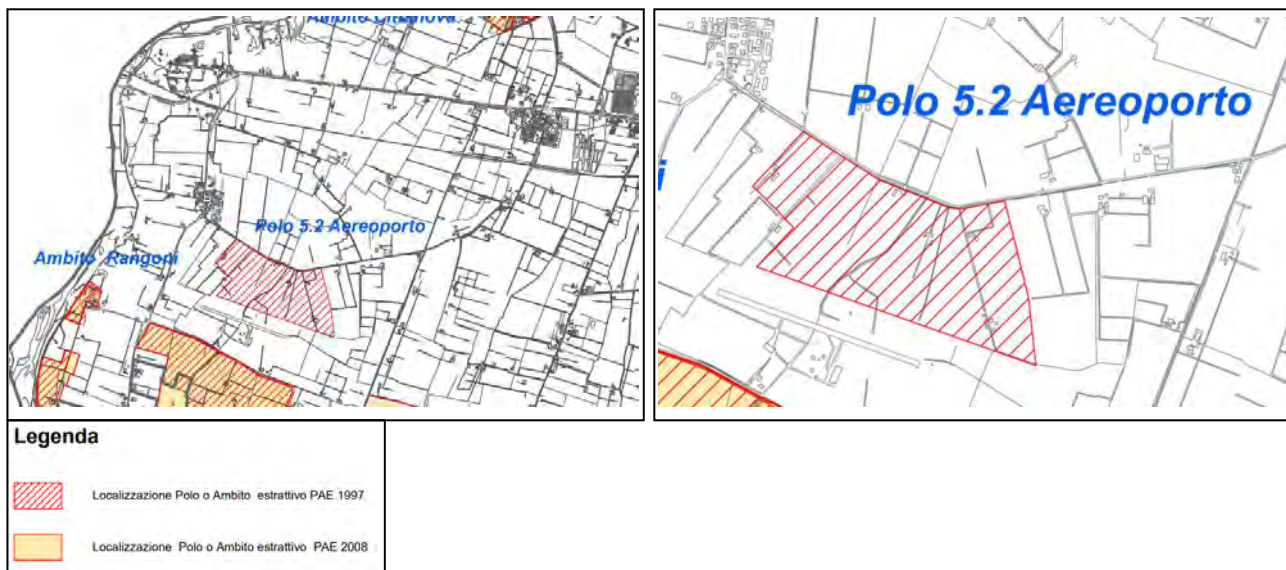
In particolare per determinare quella che è stata l'evoluzione dell'area di interesse nel tempo, è stato eseguito un confronto tra le foto storiche del sito nel periodo compreso tra il 1954 e il 2019, come è possibile osservare nelle immagini seguenti. Analizzando le fotografie, nelle quali è stata riportata la sagoma del circuito attuale e dell'area in cui è previsto l'ampliamento, si nota come nel periodo 1954-2003 l'area non abbia subito profonde trasformazioni, rimanendo per cinquant'anni un'area caratterizzata principalmente da campi coltivati e insediamenti rurali. L'unico aspetto degno di nota è la comparsa dopo il 1954 del Centro Unificato Provinciale di Protezione Civile - Modena e dell'Aeroporto di Modena (1971) rispettivamente a ovest e a sud dell'area di interesse.



**Fig. 1.4:** Confronto foto storiche periodo 1954-2003 dell'area in cui sorgerà l'Autodromo di Modena.

Successivamente nel periodo 2003-2006 una piccola area del sito, posta nella porzione più occidentale di quello che sarà l'autodromo è diventata sede di un polo estrattivo di sabbie e ghiaie di provenienza alluvionale, data la vicinanza del Fiume Secchia che attualmente scorre in direzione S-N a circa 1.5 km di distanza. In particolare il polo in esame, come riportato nella Variante Generale al PIAE - attività della Conferenza di Pianificazione conclusa in data 21/12/2006, è il polo 5.2 – AEREOPORTO - SABBIE, GHIAIE– MODENA (800.000 m<sup>3</sup>). Per il polo al 31/10/2005 è stata rilasciata una sola autorizzazione estrattiva per 318.000 m<sup>3</sup> di materiale, mentre il residuo ancora da scavare al 31/12/2004 è di 716.310 m<sup>3</sup> di ghiaie.





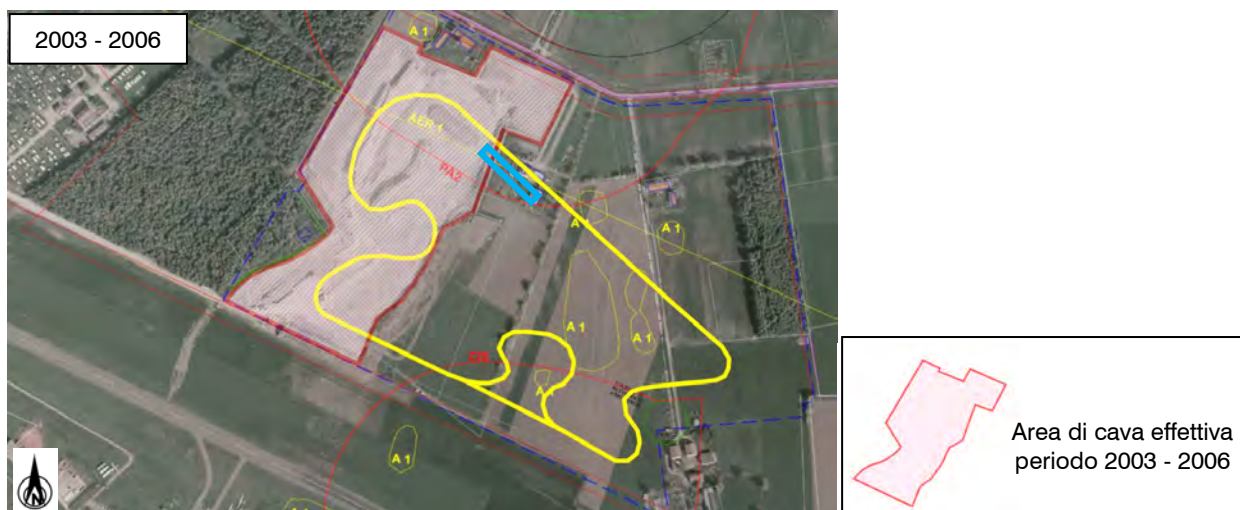
**Fig. 1.5:** Inquadramento generale tratta da Piano Attività Estrattive (PAE) del Comune di Modena (scala 1:25.000) con riportato il polo estrattivo 5.2 – Modena, Giugno 2008.

RIEPILOGO CATASTO ATTIVITA' ESTRATTIVE										
GHIAIE E SABBIE ALLUVIONALI										
VOLUMI AUTORIZZATI NEL PERIODO DAL 05-04-1996 AL 31-10-2005					VOLUMI SCAVATI NEL PERIODO DAL 05-04-1996 AL 31-12-2004					
Polo n°	DENOMINAZIONE	MATERIALE	COMUNI	Cave autorizzate dal 05.04.96 al 31.10.05	Cave autorizzate al 31.10.2005	POTENZIALITA' MINIMA DA PIAE	POTENZIALITA' MASSIMA DA PIAE	Volume utile autorizzato	Volume utile scavato	Volume massimo residuo da scavare
4	CASSA ESPANSIONE SECCIA	SABBIE E GHIAIE	CAMPOGALLIANO	3	1	950.000	950.000	745.634	801.034	448.964
5.1	VIA PEDERZONA	SABBIE E GHIAIE	MODENA - FORMIGINE	16	8	3.250.000	6.250.000	4.595.374	2.795.015	3.451.985
5.2	AEREOPORTO	SABBIE E GHIAIE	MODENA	1	1	800.000	800.000	318.000	83.690	716.310
6	VIA ANCORÀ	SABBIE E GHIAIE	CASSUOLO - FORMIGINE	9	9	3.000.000	3.000.000	1.617.970	0	3.000.000
7	CASSA ESPANSIONE PANARO	SABBIE E GHIAIE	MODENA - SAN CESARIO S.P.	11	3	1.370.000	1.370.000	1.346.810	1.064.108	305.892
8	TRAVESSA SELETTIVA PANARO	SABBIE E GHIAIE	SPILAMBERTO - SAN CESARIO S.P.	4	3	2.500.000	2.500.000	917.451	633.495	1.866.505
9	VIA GRAZIOSI	SABBIE E GHIAIE	SAN CESARIO SUL PANARO	4	4	565.000	965.000	965.000	454.198	510.802
10	MAGAZZINO	SABBIE E GHIAIE	SAVIGNANO S.P. - SAN CESARIO S.P.	1	0	600.000	600.000	21.125	20.151	579.849
11	BAZZANO	SABBIE E GHIAIE	SAVIGNANO SUL PANARO	4	4	500.000	1.500.000	999.673	435.804	1.064.196
12	CALIFORNIA	SABBIE E GHIAIE	CASTELFRANCO EMILIA	11	5	1.100.000	1.100.000	1.100.000	692.979	407.021
20	LE SAIDE	GHIAIE TERRAZZATE PAVILLO NEL FRIGNANO		0	0	270.000	270.000	0	0	270.000
TOTALE POLI				64	38	14.905.000	19.305.000	12.627.239	6.683.479	12.621.521

**Fig. 1.6:** Tabella con indicate le attività estrattive di ghiaie e sabbie alluvionali nel periodo 1996-2005.

POLO/AMBITO	MATERIALE	QUANTITÀ	PROFONDITÀ DI SCAVO	STRUMENTO ATTUATIVO
Polo 5.1 Via Pederzona	Ghiaia e sabbia	3.200.000(1)	12	Piano particolareggiato
Polo 5.2 Aeroporto	Ghiaia e sabbia	2.300.000	10	Piano particolareggiato
Polo 7 Cassa d'espansione Panaro	Ghiaia e sabbia	1.000.000	10	Piano particolareggiato
Ambito 27 Cittanova	Ghiaia e sabbia	190.000	< max livello falda	Progetto di coordinamento
Ambito 28 Rangoni	Ghiaia e sabbia	190.000	10	Progetto di coltivazione e recupero
Ambito 29 Molo Garavini	Ghiaia e sabbia	190.000	10	Progetto di coltivazione e recupero
Polo 13 Tre Olmi	Limo sabbioso	800.000	5	Piano particolareggiato
Polo 14 Cantone	Limo sabbioso	500.000	5	Piano particolareggiato
Polo 16 Fossalta Est	Argilla limosa	720.000	10	Piano particolareggiato
Polo 16 Fossalta Ovest	Argilla limosa	480.000	10	Piano particolareggiato
Ambito 4 Casette	Argilla limosa	80.000	10	Piano di coltivazione e recupero
Ambito 5 Cavo Minutara	Argilla limosa	270.000	come da P.P.	Piano particolareggiato
Ambito 6 Cavo Argine	Argilla limosa	140.000	< quota scorrimento	Piano di coltivazione e recupero
Totale		10.060.000		

**Fig. 1.7:** Sovrapposizione carta aree estrattive con riportato il polo 5.2 e immagine satellitare del 2012. A fianco è riportata la tabella con indicate le aree di escavazione previste nel PAE 1997.



**Fig. 1.8:** Area effettivamente cavata nel periodo 2003-2006 all'interno del polo estrattivo 5.2.

L'area di cava effettivamente messa in opera, di tutta quella prevista per il polo estrattivo 5.2 è quella indicata in figura 1.8, dove si nota come quest'area interessi solamente una porzione di quello che sarà l'autodromo. In seguito il polo 5.2 viene soppresso e i quantitativi residui vengono distribuiti nelle altre aree estrattive; motivo per cui nelle fotografie aeree a partire dal 2006 l'area di cava è quasi completamente scomparsa e ne rimangono solo alcune tracce superficiali.



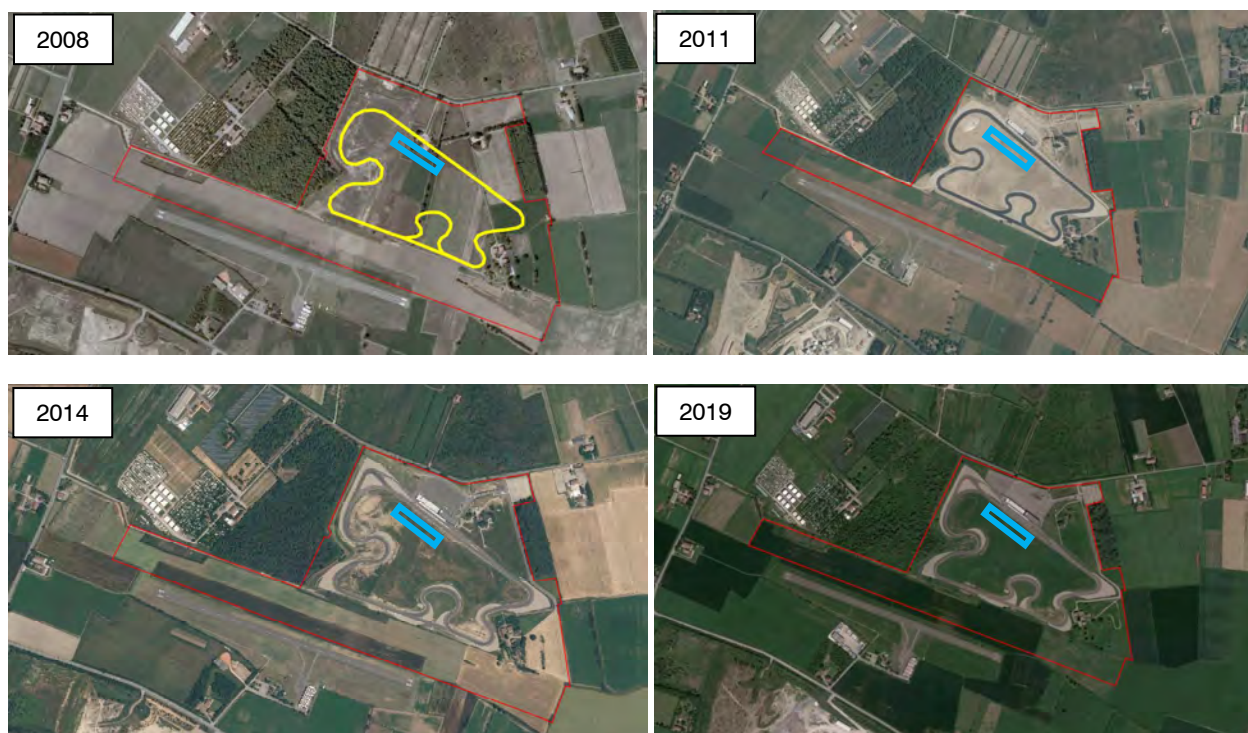
**Tabella 11. Confronto fra le Aree di escavazione previste nel PAE 1997 e 2008**

POLO/AMBITO	MATERIALE	QUANTITATIVI PAE 1997	QUANTITATIVI PAE 2008	NOTE
Polo 5.1 Via Pederzona	Ghiaia e sabbia	3.200.000	7.175.250	Potenziato
<b>Polo 5.2 Aeroporto</b>	<b>Ghiaia e sabbia</b>	<b>2.300.000</b>	<b>0</b>	<b>Soppresso</b>
Polo 7 Cassa d'esp.	Ghiaia e sabbia	1.000.000	239.949	In esaurimento
Ambito 27 Cittanova	Ghiaia e sabbia	190.000	88.080	In esaurimento
Ambito 28 Rangoni	Ghiaia e sabbia	190.000	190.000	Confermato
Ambito 29 Molo Garavini	Ghiaia e sabbia	190.000	177.175	In esaurimento
Polo 13 Tre Olmi	Limo sabbioso	800.000	940.600	Potenziato
Polo 14 Cantone	Limo sabbioso	500.000	700.000	Potenziato
Polo 16 Fossalta Est	Argilla limosa	720.000	249.167	Modificato in Ambito
Polo 16 Fossalta Ovest	Argilla limosa	480.000	0	Soppresso
Ambito 4 Casette	Argilla limosa	80.000	300.000	Confermato
Ambito 5 Cavo Minutara	Argilla limosa	270.000	410.000	Modificato in Polo
Ambito 6 Cavo Argine	Argilla limosa	140.000	0	Soppresso
<b>Totale</b>		<b>10.060.000</b>	<b>10.470.221</b>	

**Fig. 1.9:** Immagine satellitare del 2006 e tabella di confronto con indicate le aree di escavazione previste nel PAE 1997 e 2008.

Confrontando le foto successive al 2006, in particolare nel periodo 2008-2019, ovvero in seguito al periodo che ha visto l'estrazione di ghiaie e sabbie, si nota come l'area di interesse al di fuori del polo estrattivo sia rimasta caratterizzata da campi agricoli e insediamenti rurali fino al 2011, anno in cui è stato realizzato il nuovo circuito dell'Autodromo di Modena, osservabile nell'immagine satellitare del 2011. Pertanto al posto dei campi coltivati e del polo estrattivo l'area ha visto sorgere un circuito sportivo, per il quale adesso è previsto un'ampliamento con la realizzazione di nuove strutture e una nuova porzione di pista nel campo antistante l'aeroporto (area rossa).





**Fig. 2:** Confronto immagini satellitari periodo 2008-2019.



**Fig. 2.1:** Ubicazione fotografie dell'area di interesse realizzate nel gennaio 2020.





**Fig. 2.2:** Particolare delle fotografie dell'area di interesse realizzate nel gennaio 2020.

Dal punto di vista urbanistico e strutturale, l'area in esame è classificata come segue.

Il PTCP della Provincia di Modena - 2009 individua l'area come ricadente in "Territorio Insediato" parzialmente ricompresa in un "Sistema integrato di infrastrutture per la logistica" (fig. 2.3 e 2.4). Il PSC del Comune di Modena - 2010, approvato con delibera di C.C. n° 93 del 22/12/2003 e aggiornato alla delibera di C.C. n° 16 del 25/02/2008 (variante al POC-RUE adottata con delibera

di C.C. n°21 del 23/03/2009 e approvata con delibera di C.C. n°34 del 24/05/2010) classifica l'area di interesse come "Polo funzionale" (fig. 2.5).

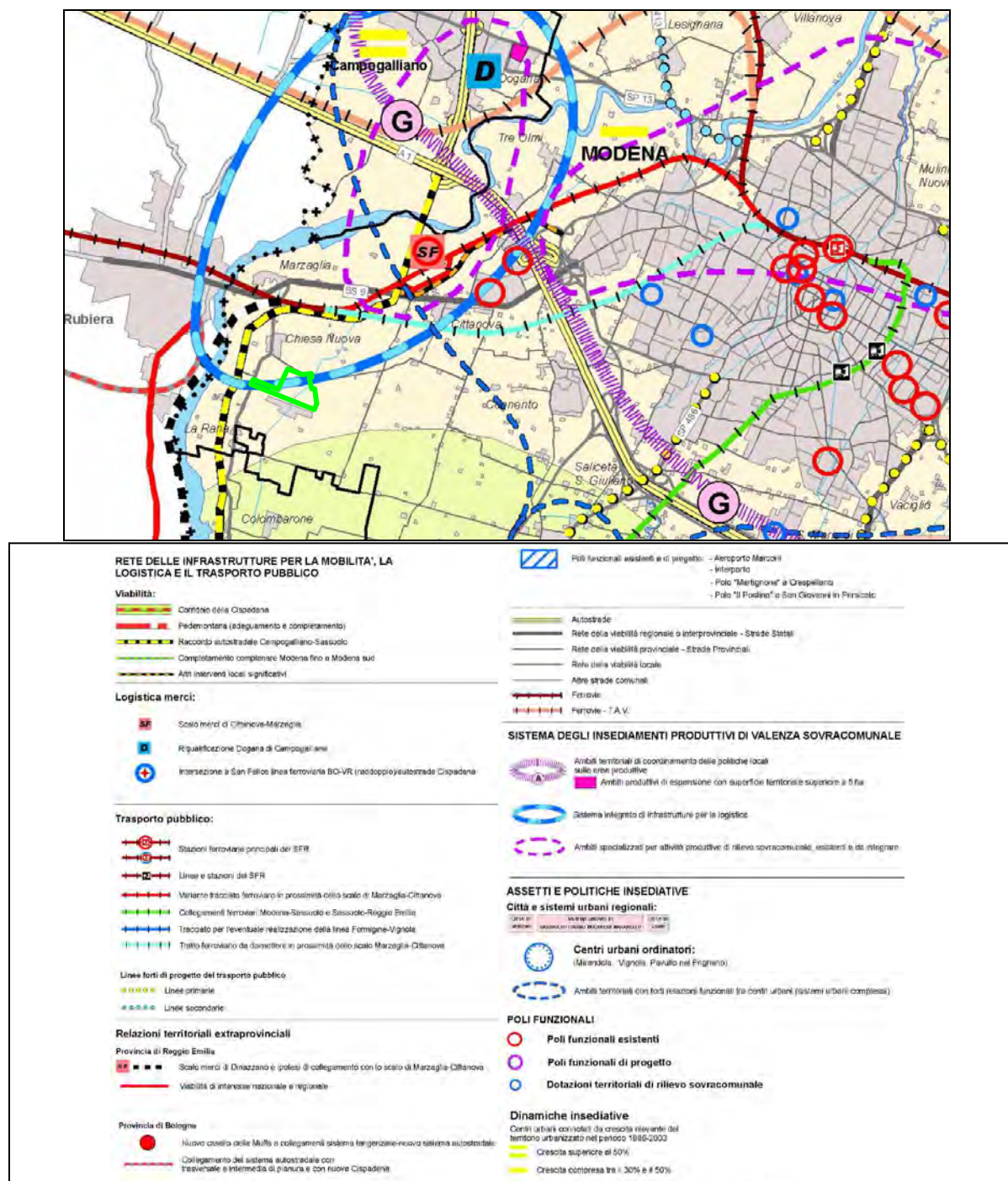
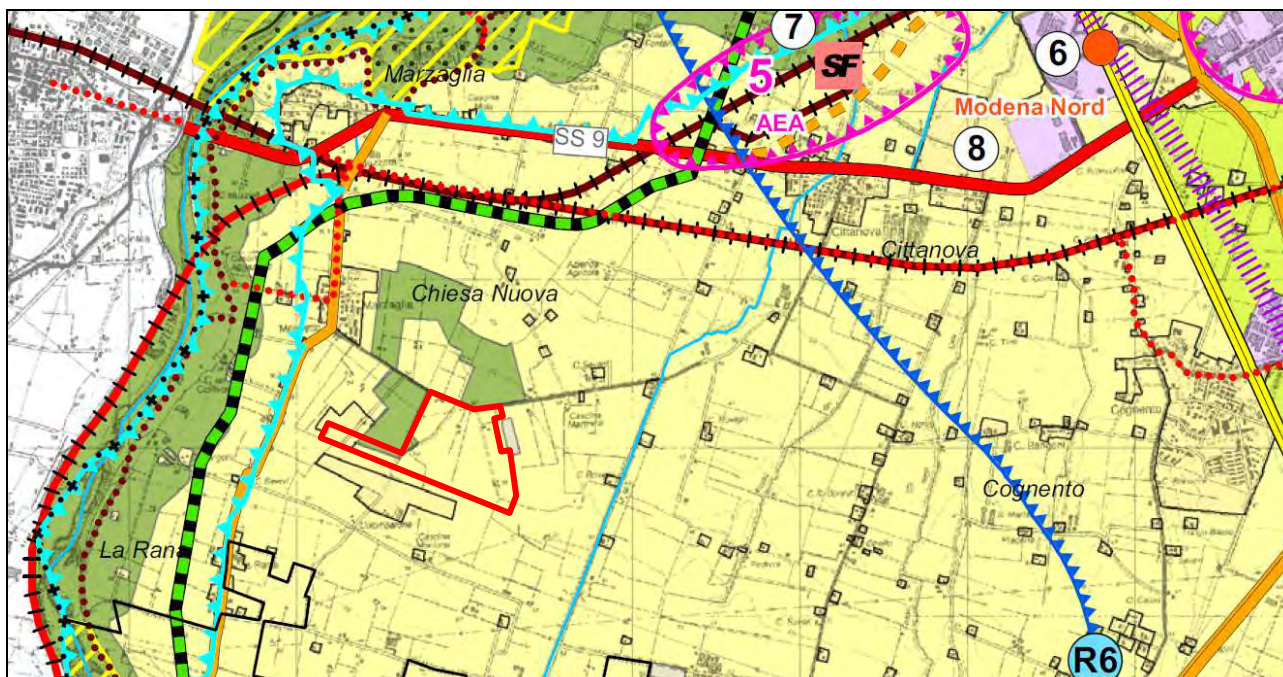


Fig. 2.3: "Sistema insediativo, accessibilità e relazioni territoriali - CARTA B", tratta dal PTCP della Provincia di Modena, Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2009 e Approvato con D.C.P. n.46 del 18/03/2009.





### Fattori strutturali delle relazioni tra paesaggio e assetto insediativo

- Reticolo idrografico principale
- Ambito fluviale di alta pianura
- Ambito delle valli di bassa pianura
- Sistema della quinta collinare
- Discontinuità del sistema insediativo
- Siti di interesse comunitario (SIC) - Zone a protezione speciale (ZPS)
- Parchi e aree protette (esistenti)

### Sistema della mobilità

#### Rete ferroviaria

Stazioni ferroviarie principali del SFR: Stazioni di Modena (P.F. n.1), Carpi, Sassuolo, Castelfranco Emilia (dotazioni sovracomunali 29,30,31)

altre stazioni del SFR

TAV - Linea ferroviaria ad alta capacità (in costruzione)

Linee ferroviarie esistenti

Nuove linee ferroviarie inserite in PRIT98

#### Linee forti e bus terminal del trasporto pubblico su gomma

Assi forti di primo livello

Principali autostazioni:  
Polo Funzionale n. 2 e dotazioni n. 32,33,34

Assi forti di secondo livello

Altre autostazioni  
esistenti  
di progetto

#### Infrastrutture per la logistica delle merci

Scalo Merci di Cittanova - Marzaglia e collegamento funzionale con lo scalo di Dinazzano

Riqualificazione Dogana di Campogalliano

Piattaforme per la logistica delle merci gomma/gomma: Poli Funzionali n. 17 e 18

### Territorio rurale

- Aree di valore naturale e ambientale
- Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico
- Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola
- Ambiti agricoli periurbani

### Sistema insediativo

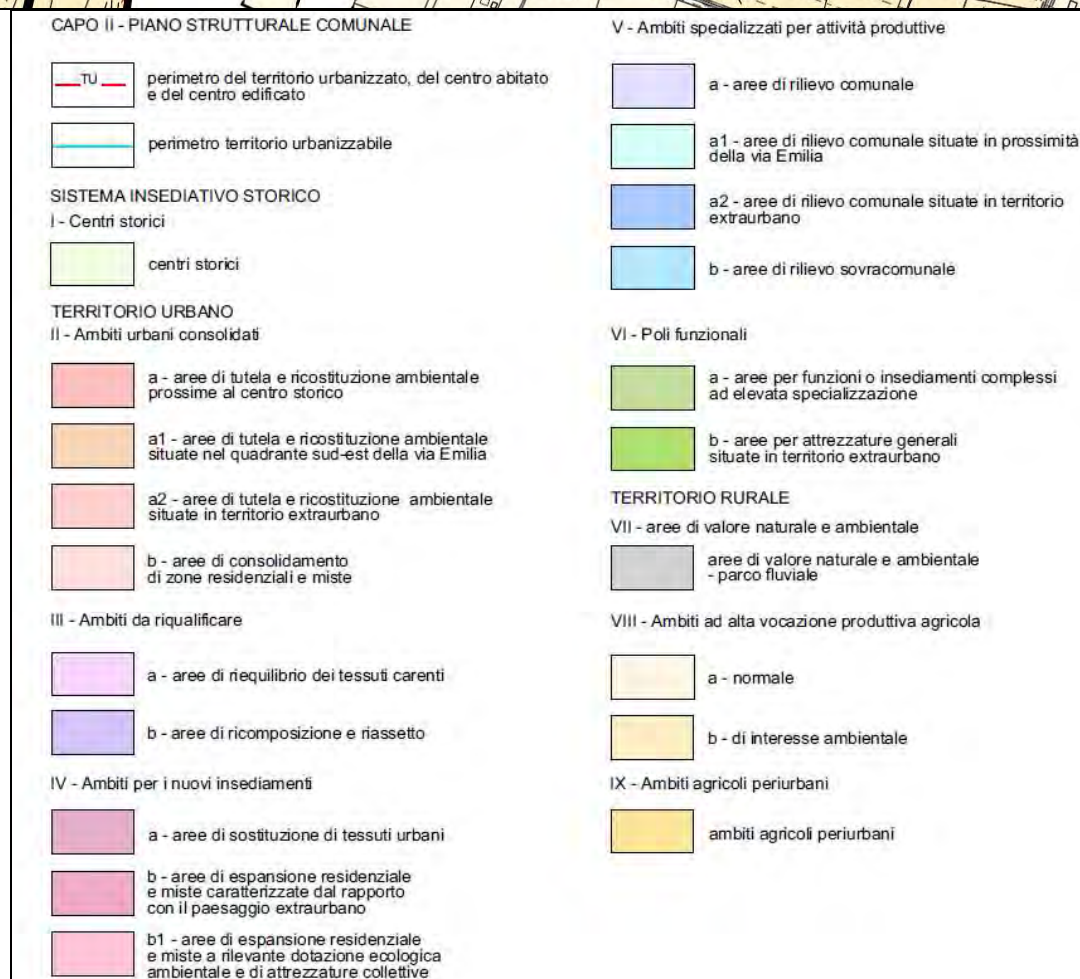
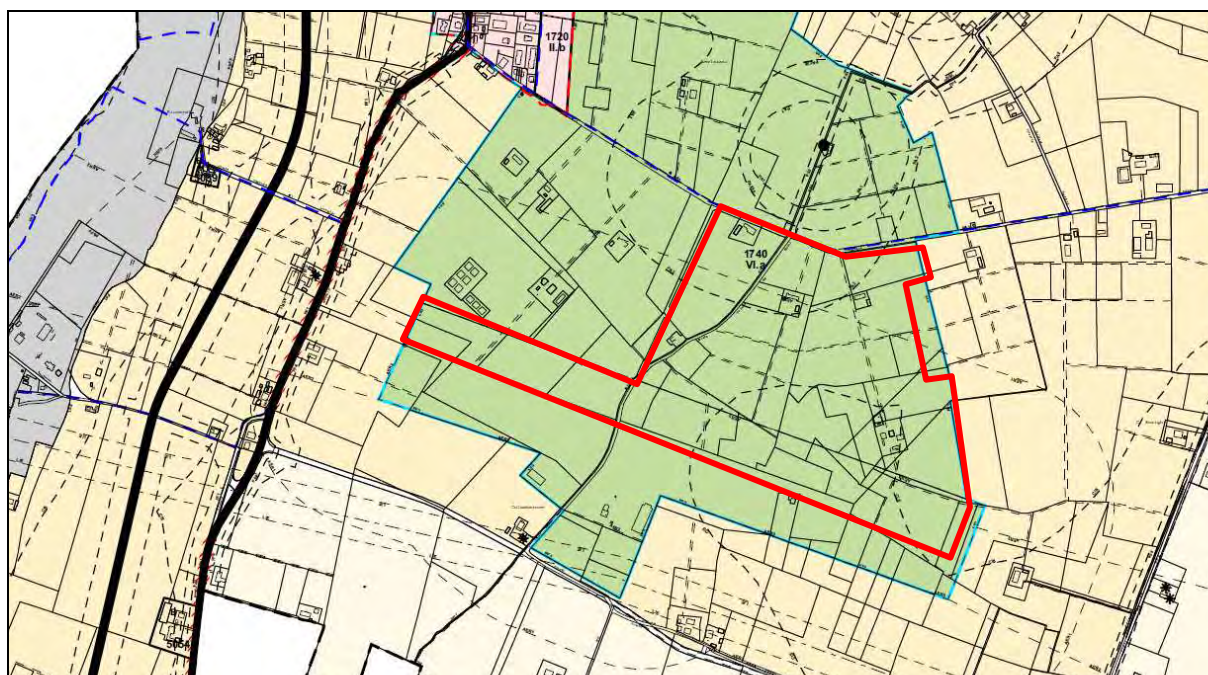
- Territorio insediato

### Rete stradale

- Autostrade
- Strade Statali - Rete della viabilità regionale o interprovinciale
- Strade Provinciali - viabilità di rilievo provinciale
- Rete stradale di supporto esistente
- Corridoio della Cispadana
- Pedemontana (adeguamento e completamento)
- Raccordo autostradale Campogalliano-Sassuolo
- Completamento complanare Modena
- Altri interventi locali significativi sulla viabilità
- Infrastrutture viarie oggetto di riqualificazione
- Rete principale dei percorsi ciclabili esistente
- Rete principale dei percorsi ciclabili di progetto
- Itinerari ciclabili europei

Fig. 2.4: "Assetto strutturale del sistema insediativo e del territorio rurale - CARTA 4", tratta dal PTCP della Provincia di Modena, Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2009 e Approvato con D.C.P. n.46 del 18/03/2009.





**Fig. 2.5:** "Tav. 2.2A", tratta dal PSC del Comune di Modena - Approvata con delibera di C.C. n°93 del 22/12/2003 Aggiornata alla delibera di C.C. n° 16 del 25/02/2008. Variante al POC-RUE adottata con delibera di C.C. n°21 del 23/03/2009 Approvata con delibera di C.C. n°34 del 24/05/2010.

## 1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in esame ricade ad una quota topografica mediamente compresa tra 51.0 e 53.0 m s.l.m.

Il territorio in esame si sviluppa nell'area della media pianura modenese, in un settore deposizionalmente influenzato dalle alluvioni del fiume Secchia.

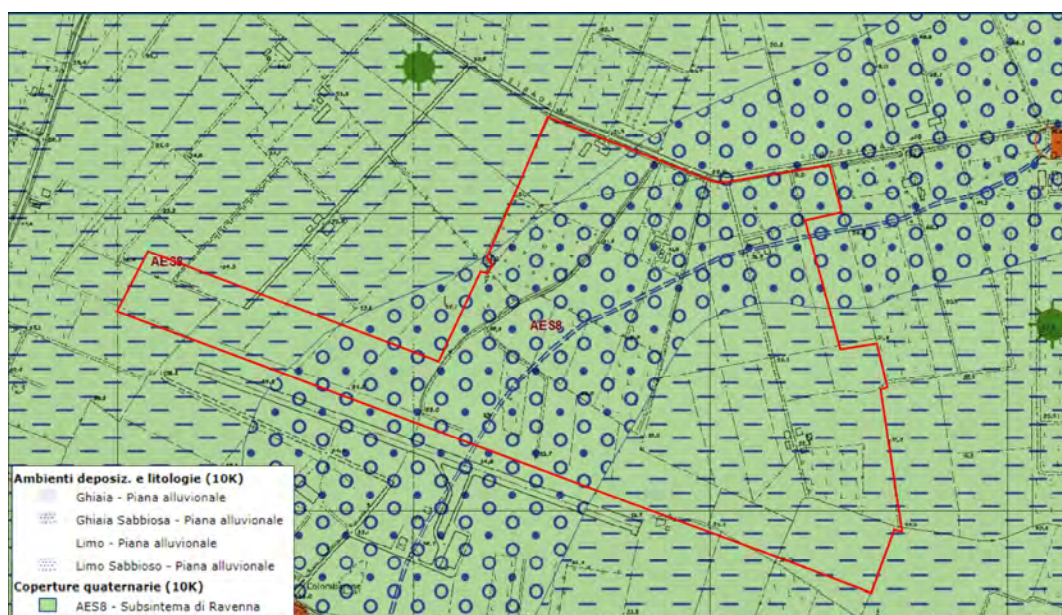
Da quanto si evince dalle "Carte della litologia di superficie" (**fig. 2.6 e 2.7**), tratte dal "Progetto CARG" della Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico Sismico e del Suolo, l'area in esame è caratterizzata dalla seguente litologia:

### SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO PADANO

#### **AES8 – Subsistema di Ravenna**

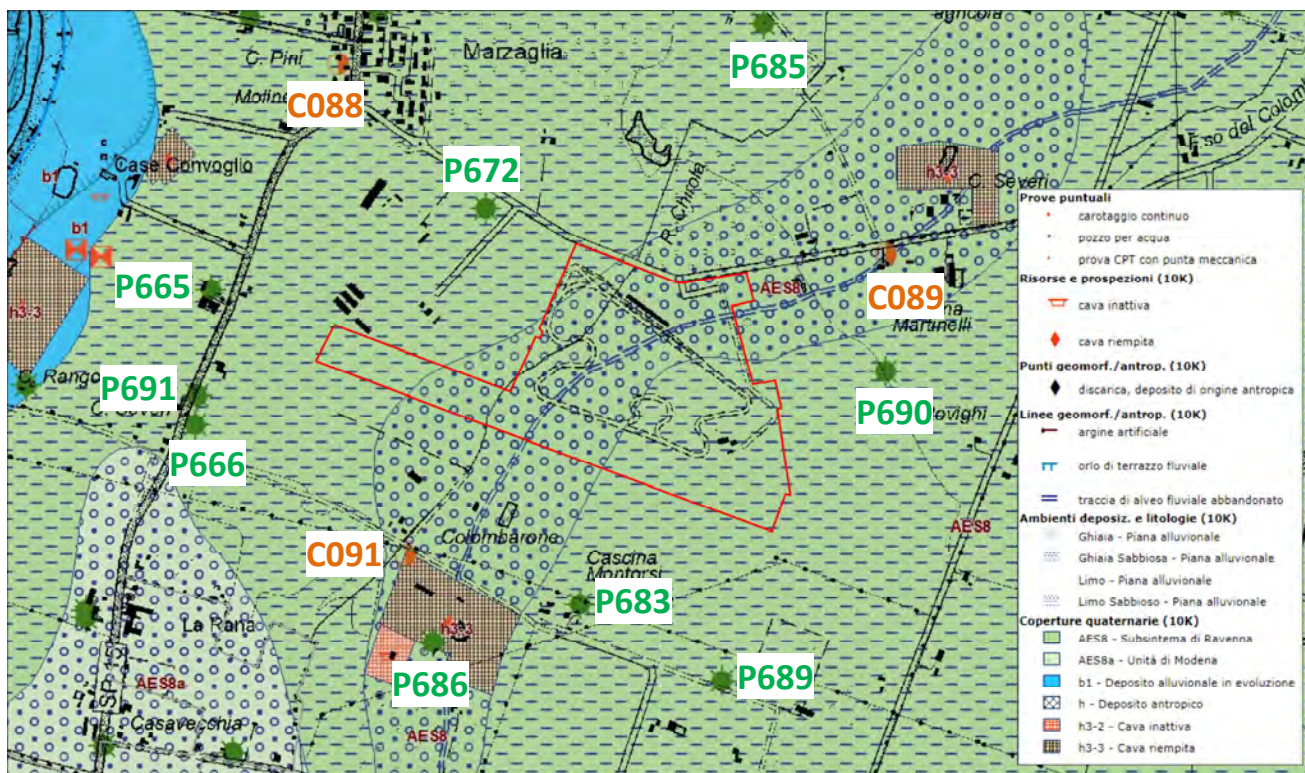
Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. Potenza fino a oltre 25 m. Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).

Nello specifico, in corrispondenza dell'area in esame, il Subsistema di Ravenna si presenta in litofacies limosa nelle fasce marginali orientale ed occidentale; in litofacies ghiaiosa nella fascia centrale. L'area oggetto d'intervento si trova inoltre in una zona caratterizzata dalla presenza di numerose cave, per lo più riempite (h3-3) o comunque inattive (h3-2).



**Fig. 2.6:** Carta della litologia di superficie (immagine tratta da progetto CARG-Regione Emilia Romagna).





**Fig. 2.7:** Carta della litologia di superficie con riportata l'ubicazione di pozzi e prove CPT eseguiti nelle vicinanze dell'area di interesse (immagine tratta da progetto CARG-Regione Emilia Romagna).

Sempre sul sito del “Progetto CARG” della Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico Sismico e del Suolo, sono state consultate le indagini geognostiche effettuate in passato nei pressi dell'area d'interesse.

In particolare, sono state consultate:

- n. 3 prove penetrometriche statiche (fig. 2.7 e 3)
- n. 9 stratigrafie ottenute dalla perforazione di pozzi (fig. 2.8, 2.9 e 3).

Sulla base di tali dati si evince che il tetto del primo livello ghiaioso dovrebbe trovarsi a circa -2.00/-5.00 m da piano campagna (p.c.).

Il sottosuolo è caratterizzato, da piano campagna a -160.0 m, dall'alternanza di strati argillosi e strati ghiaioso/ciottolosi, entrambi di spessore variabile da 5 a 10 m.



201140 P681

Regione Emilia-Romagna

Scheda da ritornare al Genio Civile

COMPENSORIO

Pratica N° 1676 H01

COMUNE-Istat

Ditta CUOGHI, PINI e FRAMPOLINI (N° C.P. Frampolini FRM-GNN 18-B-28-P257 T)

residente a MARGALIA in Via

Pozzo ad uso irriguo in Comune di MODENA

Frazione MARGALIA Località Via Margaglia Map. N° 54 /Pg. 132

Data di ultimazione della perforazione: 1930

Ditta perforatrice: MASSARENTI

Caratteristiche del pozzo

Avanpozso (si o no) SI

diámetro interno tubi mm. 200

profondità mt. 71

Equipaggiamento

tipo della pompa SOMMER

potenza CV 41

prevalenza mt. 30

portata lt/sec. 90

Localizzazione del pozzo

Long. 286 Lat. 443 Ha. 008

Quota piano campagna s.l.m. 42

ANNOZZIONI: POZZO GIA' AUTORIZZATO DAL GENIO CIVILE DAL 1930

Data 23/3/1978

Firma

N.B.: Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

201140 P690

Regione Emilia-Romagna

Scheda da ritornare al Genio Civile

COMPENSORIO

Pratica N° 1676 H01

COMUNE-Istat

Ditta MARTINELLI SUDGER

residente a MODENA in Viale Muratori 277

Pozzo ad uso irriguo in Comune di Modena

Frazione Cittanova Località Via Rottomagnolo 73 Map. N° 23 /Pg. 167

Data di ultimazione della perforazione: 1974

Ditta perforatrice: FERRARI

Caratteristiche del pozzo

Avanpozso (si o no) NO

diámetro interno tubi mm. 400

profondità mt. 28

Equipaggiamento

tipo della pompa a sommergere

potenza CV 20

prevalenza mt. 15

portata lt/sec. 50

Localizzazione del pozzo

Long. 290 Lat. 442 Ha. 024

Quota piano campagna s.l.m. 40

ANNOZZIONI:

Data

Firma

N.B.: Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

201140 P689

Regione Emilia-Romagna

Scheda da ritornare al Genio Civile

COMPENSORIO

Pratica N° 1676 H01

COMUNE-Istat

Ditta ANSELMI CAVE CHIATA S.P.A.

residente a SASSUOLI in Via Muraglia 100

Pozzo ad uso irriguo a pozzonico in Comune di Modena-Sabalvo del P. Sacchia

Frazione Margaglia Località Map. N° 549 /Pg. 118-13

Data di ultimazione della perforazione: 1968

Ditta perforatrice:

Caratteristiche del pozzo

Avanpozso (si o no) NO

diámetro interno tubi mm. 300

profondità mt. 32

Equipaggiamento

tipo della pompa elettrica

potenza CV 1,5

prevalenza mt. 10

portata lt/sec. 10

Localizzazione del pozzo

Long. 289 Lat. 444 Ha. 017

Quota piano campagna s.l.m. 060

ANNOZZIONI:

Data

Firma

N.B.: Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

201140 P686

Regione Emilia-Romagna

Scheda da ritornare al Genio Civile

COMPENSORIO

Pratica N° 1917 500

COMUNE-Istat

Ditta ANSELMI CAVE CHIATA S.P.A.

residente a SASSUOLI in Via Muraglia 100

Pozzo ad uso irriguo a pozzonico in Comune di Modena-Sabalvo del P. Sacchia

Frazione Margaglia Località Map. N° 549 /Pg. 118-13

Data di ultimazione della perforazione:

Ditta perforatrice:

Caratteristiche del pozzo

Avanpozso (si o no) NO

diámetro interno tubi mm. 300

profondità mt. 37

Equipaggiamento

tipo della pompa elettrica

potenza CV 1,5

prevalenza mt. 60

portata lt/sec. 3

Localizzazione del pozzo

Long. 289 Lat. 444 Ha. 017

Quota piano campagna s.l.m. 060

ANNOZZIONI:

Data

Firma

N.B.: Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

Fig. 2.8: Pozzi effettuati nei pressi dell'area di interesse: P691, P690, P689 e P686.

201140 P683

Regione Emilia-Romagna

Scheda da ritornare al Seno Civile

Pratica n° 11742 H32

Comune Fontanesi

Località Fontanesi

Fazio ad uso irriguo

Erezione Marzaglia Località Marzaglia

Data di ultimazione della perforazione 1973

Ditta perforatrice F.lli Marzaglia

**CARATTERISTICHE DEL POZZO**

avanzamento (si o no) Si

calibro interno tubi mm. 120

profondità mt. 69

**EQUIPAGGIAMENTO**

tipo della pompa a mano

potenza CV 1.35

prevalenza mt. 35

portata lt/sec. 7

Livello statico mt. 16.25

Portata pozzi (lt/sec.) 10

Superficie irrigata ha. 7 ore 0.00 a pioggia

Consumo giornaliero (24 ore) metri cubi 60.4

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data 28/3/78

Firma P. Fontanesi

**STRATIGRAFIA DEL TERRENO**

Indicare la natura dei terreni e le falde acquifere attraversate

da mt. 0 a mt. 8 Argilla

da mt. 8 a mt. 15 Ghiaia

da mt. 15 a mt. 40 Argilla

da mt. 40 a mt. 50 Ghiaia

da mt. 50 a mt. 60 Argilla

da mt. 60 a mt. 75 Ghiaia

da mt. 75 a mt. 80 Argilla

da mt. 80 a mt. 85 Ghiaia

da mt. 85 a mt. 90 Argilla

da mt. 90 a mt. 95 Ghiaia

da mt. 95 a mt. 100 Argilla

da mt. 100 a mt. 105 Ghiaia

da mt. 105 a mt. 110 Argilla

da mt. 110 a mt. 115 Ghiaia

da mt. 115 a mt. 120 Argilla

da mt. 120 a mt. 125 Ghiaia

da mt. 125 a mt. 130 Argilla

da mt. 130 a mt. 135 Ghiaia

da mt. 135 a mt. 140 Argilla

da mt. 140 a mt. 145 Ghiaia

da mt. 145 a mt. 150 Argilla

da mt. 150 a mt. 155 Ghiaia

da mt. 155 a mt. 160 Argilla

da mt. 160 a mt. 165 Ghiaia

da mt. 165 a mt. 170 Argilla

da mt. 170 a mt. 175 Ghiaia

da mt. 175 a mt. 180 Argilla

da mt. 180 a mt. 185 Ghiaia

da mt. 185 a mt. 190 Argilla

da mt. 190 a mt. 195 Ghiaia

da mt. 195 a mt. 200 Argilla

da mt. 200 a mt. 205 Ghiaia

da mt. 205 a mt. 210 Argilla

da mt. 210 a mt. 215 Ghiaia

da mt. 215 a mt. 220 Argilla

da mt. 220 a mt. 225 Ghiaia

da mt. 225 a mt. 230 Argilla

da mt. 230 a mt. 235 Ghiaia

da mt. 235 a mt. 240 Argilla

da mt. 240 a mt. 245 Ghiaia

da mt. 245 a mt. 250 Argilla

da mt. 250 a mt. 255 Ghiaia

da mt. 255 a mt. 260 Argilla

da mt. 260 a mt. 265 Ghiaia

da mt. 265 a mt. 270 Argilla

da mt. 270 a mt. 275 Ghiaia

da mt. 275 a mt. 280 Argilla

da mt. 280 a mt. 285 Ghiaia

da mt. 285 a mt. 290 Argilla

da mt. 290 a mt. 295 Ghiaia

da mt. 295 a mt. 300 Argilla

da mt. 300 a mt. 305 Ghiaia

da mt. 305 a mt. 310 Argilla

da mt. 310 a mt. 315 Ghiaia

da mt. 315 a mt. 320 Argilla

da mt. 320 a mt. 325 Ghiaia

da mt. 325 a mt. 330 Argilla

da mt. 330 a mt. 335 Ghiaia

da mt. 335 a mt. 340 Argilla

da mt. 340 a mt. 345 Ghiaia

da mt. 345 a mt. 350 Argilla

da mt. 350 a mt. 355 Ghiaia

da mt. 355 a mt. 360 Argilla

da mt. 360 a mt. 365 Ghiaia

da mt. 365 a mt. 370 Argilla

da mt. 370 a mt. 375 Ghiaia

da mt. 375 a mt. 380 Argilla

da mt. 380 a mt. 385 Ghiaia

da mt. 385 a mt. 390 Argilla

da mt. 390 a mt. 395 Ghiaia

da mt. 395 a mt. 400 Argilla

da mt. 400 a mt. 405 Ghiaia

da mt. 405 a mt. 410 Argilla

da mt. 410 a mt. 415 Ghiaia

da mt. 415 a mt. 420 Argilla

da mt. 420 a mt. 425 Ghiaia

da mt. 425 a mt. 430 Argilla

da mt. 430 a mt. 435 Ghiaia

da mt. 435 a mt. 440 Argilla

da mt. 440 a mt. 445 Ghiaia

da mt. 445 a mt. 450 Argilla

da mt. 450 a mt. 455 Ghiaia

da mt. 455 a mt. 460 Argilla

da mt. 460 a mt. 465 Ghiaia

da mt. 465 a mt. 470 Argilla

da mt. 470 a mt. 475 Ghiaia

da mt. 475 a mt. 480 Argilla

da mt. 480 a mt. 485 Ghiaia

da mt. 485 a mt. 490 Argilla

da mt. 490 a mt. 495 Ghiaia

da mt. 495 a mt. 500 Argilla

da mt. 500 a mt. 505 Ghiaia

da mt. 505 a mt. 510 Argilla

da mt. 510 a mt. 515 Ghiaia

da mt. 515 a mt. 520 Argilla

da mt. 520 a mt. 525 Ghiaia

da mt. 525 a mt. 530 Argilla

da mt. 530 a mt. 535 Ghiaia

da mt. 535 a mt. 540 Argilla

da mt. 540 a mt. 545 Ghiaia

da mt. 545 a mt. 550 Argilla

da mt. 550 a mt. 555 Ghiaia

da mt. 555 a mt. 560 Argilla

da mt. 560 a mt. 565 Ghiaia

da mt. 565 a mt. 570 Argilla

da mt. 570 a mt. 575 Ghiaia

da mt. 575 a mt. 580 Argilla

da mt. 580 a mt. 585 Ghiaia

da mt. 585 a mt. 590 Argilla

da mt. 590 a mt. 595 Ghiaia

da mt. 595 a mt. 600 Argilla

da mt. 600 a mt. 605 Ghiaia

da mt. 605 a mt. 610 Argilla

da mt. 610 a mt. 615 Ghiaia

da mt. 615 a mt. 620 Argilla

da mt. 620 a mt. 625 Ghiaia

da mt. 625 a mt. 630 Argilla

da mt. 630 a mt. 635 Ghiaia

da mt. 635 a mt. 640 Argilla

da mt. 640 a mt. 645 Ghiaia

da mt. 645 a mt. 650 Argilla

da mt. 650 a mt. 655 Ghiaia

da mt. 655 a mt. 660 Argilla

da mt. 660 a mt. 665 Ghiaia

da mt. 665 a mt. 670 Argilla

da mt. 670 a mt. 675 Ghiaia

da mt. 675 a mt. 680 Argilla

da mt. 680 a mt. 685 Ghiaia

da mt. 685 a mt. 690 Argilla

da mt. 690 a mt. 695 Ghiaia

da mt. 695 a mt. 700 Argilla

da mt. 700 a mt. 705 Ghiaia

da mt. 705 a mt. 710 Argilla

da mt. 710 a mt. 715 Ghiaia

da mt. 715 a mt. 720 Argilla

da mt. 720 a mt. 725 Ghiaia

da mt. 725 a mt. 730 Argilla

da mt. 730 a mt. 735 Ghiaia

da mt. 735 a mt. 740 Argilla

da mt. 740 a mt. 745 Ghiaia

da mt. 745 a mt. 750 Argilla

da mt. 750 a mt. 755 Ghiaia

da mt. 755 a mt. 760 Argilla

da mt. 760 a mt. 765 Ghiaia

da mt. 765 a mt. 770 Argilla

da mt. 770 a mt. 775 Ghiaia

da mt. 775 a mt. 780 Argilla

da mt. 780 a mt. 785 Ghiaia

da mt. 785 a mt. 790 Argilla

da mt. 790 a mt. 795 Ghiaia

da mt. 795 a mt. 800 Argilla

da mt. 800 a mt. 805 Ghiaia

da mt. 805 a mt. 810 Argilla

da mt. 810 a mt. 815 Ghiaia

da mt. 815 a mt. 820 Argilla

da mt. 820 a mt. 825 Ghiaia

da mt. 825 a mt. 830 Argilla

da mt. 830 a mt. 835 Ghiaia

da mt. 835 a mt. 840 Argilla

da mt. 840 a mt. 845 Ghiaia

da mt. 845 a mt. 850 Argilla

da mt. 850 a mt. 855 Ghiaia

da mt. 855 a mt. 860 Argilla

da mt. 860 a mt. 865 Ghiaia

da mt. 865 a mt. 870 Argilla

da mt. 870 a mt. 875 Ghiaia

da mt. 875 a mt. 880 Argilla

da mt. 880 a mt. 885 Ghiaia

da mt. 885 a mt. 890 Argilla

da mt. 890 a mt. 895 Ghiaia

da mt. 895 a mt. 900 Argilla

da mt. 900 a mt. 905 Ghiaia

da mt. 905 a mt. 910 Argilla

da mt. 910 a mt. 915 Ghiaia

da mt. 915 a mt. 920 Argilla

da mt. 920 a mt. 925 Ghiaia

da mt. 925 a mt. 930 Argilla

da mt. 930 a mt. 935 Ghiaia

da mt. 935 a mt. 940 Argilla

da mt. 940 a mt. 945 Ghiaia

da mt. 945 a mt. 950 Argilla

da mt. 950 a mt. 955 Ghiaia

da mt. 955 a mt. 960 Argilla

da mt. 960 a mt. 965 Ghiaia

da mt. 965 a mt. 970 Argilla

da mt. 970 a mt. 975 Ghiaia

da mt. 975 a mt. 980 Argilla

da mt. 980 a mt. 985 Ghiaia

da mt. 985 a mt. 990 Argilla

da mt. 990 a mt. 995 Ghiaia

da mt. 995 a mt. 1000 Argilla

da mt. 1000 a mt. 1005 Ghiaia

da mt. 1005 a mt. 1010 Argilla

da mt. 1010 a mt. 1015 Ghiaia

da mt. 1015 a mt. 1020 Argilla

da mt. 1020 a mt. 1025 Ghiaia

da mt. 1025 a mt. 1030 Argilla

da mt. 1030 a mt. 1035 Ghiaia

da mt. 1035 a mt. 1040 Argilla

da mt. 1040 a mt. 1045 Ghiaia

da mt. 1045 a mt. 1050 Argilla

da mt. 1050 a mt. 1055 Ghiaia

da mt. 1055 a mt. 1060 Argilla

da mt. 1060 a mt. 1065 Ghiaia

da mt. 1065 a mt. 1070 Argilla

da mt. 1070 a mt. 1075 Ghiaia

da mt. 1075 a mt. 1080 Argilla

da mt. 1080 a mt. 1085 Ghiaia

da mt. 1085 a mt. 1090 Argilla

da mt. 1090 a mt. 1095 Ghiaia

da mt. 1095 a mt. 1100 Argilla

da mt. 1100 a mt. 1105 Ghiaia

da mt. 1105 a mt. 1110 Argilla

da mt. 1110 a mt. 1115 Ghiaia

da mt. 1115 a mt. 1120 Argilla

da mt. 1120 a mt. 1125 Ghiaia

da mt. 1125 a mt. 1130 Argilla

da mt. 1130 a mt. 1135 Ghiaia

da mt. 1135 a mt. 1140 Argilla

da mt. 1140 a mt. 1145 Ghiaia

da mt. 1145 a mt. 1150 Argilla

da mt. 1150 a mt. 1155 Ghiaia

da mt. 1155 a mt. 1160 Argilla

da mt. 1160 a mt. 1165 Ghiaia

da mt. 1165 a mt. 1170 Argilla

da mt. 1170 a mt. 1175 Ghiaia

da mt. 1175 a mt. 1180 Argilla

da mt. 1180 a mt. 1185 Ghiaia

da mt. 1185 a mt. 1190 Argilla

da mt. 1190 a mt. 1195 Ghiaia

da mt. 1195 a mt. 1200 Argilla

da mt. 1200 a mt. 1205 Ghiaia

da mt. 1205 a mt. 1210 Argilla

da mt. 1210 a mt. 1215 Ghiaia

da mt. 1215 a mt. 1220 Argilla

da mt. 1220 a mt. 1225 Ghiaia

da mt. 1225 a mt. 1230 Argilla

da mt. 1230 a mt. 1235 Ghiaia

da mt. 1235 a mt. 1240 Argilla

da mt. 1240 a mt. 1245 Ghiaia

da mt. 1245 a mt. 1250 Argilla

da mt. 1250 a mt. 1255 Ghiaia

da mt. 1255 a mt. 1260 Argilla

da mt. 1260 a mt. 1265 Ghiaia

da mt. 1265 a mt. 1270 Argilla

da mt. 1270 a mt. 1275 Ghiaia

da mt. 1275 a mt. 1280 Argilla

da mt. 1280 a mt. 1285 Ghiaia

da mt. 1285 a mt. 1290 Argilla

da mt. 1290 a mt. 1295 Ghiaia

da mt. 1295 a mt. 1300 Argilla

da mt. 1300 a mt. 1305 Ghiaia

da mt. 1305 a mt. 1310 Argilla

da mt. 1310 a mt. 1315 Ghiaia

da mt. 1315 a mt. 1320 Argilla

da mt. 1320 a mt. 1325 Ghiaia

da mt. 1325 a mt. 1330 Argilla

da mt. 1330 a mt. 1335 Ghiaia

da mt. 1335 a mt. 1340 Argilla

da mt. 1340 a mt. 1345 Ghiaia

da mt. 1345 a mt. 1350 Argilla

da mt. 1350 a mt. 1355 Ghiaia

da mt. 1355 a mt. 1360 Argilla

da mt. 1360 a mt. 1365 Ghiaia

da mt. 1365 a mt. 1370 Argilla

da mt. 1370 a mt. 1375 Ghiaia

da mt. 1375 a mt. 1380 Argilla

da mt. 1380 a mt. 1385 Ghiaia

da mt. 1385 a mt. 1390 Argilla

da mt. 1390 a mt. 1395 Ghiaia

da mt. 1395 a mt. 1400 Argilla

da mt. 1400 a mt. 1405 Ghiaia

da mt. 1405 a mt. 1410 Argilla

da mt. 1410 a mt. 1415 Ghiaia

da mt. 1415 a mt. 1420 Argilla

da mt. 1420 a mt. 1425 Ghiaia

da mt. 1425 a mt. 1430 Argilla

da mt. 1430 a mt. 1435 Ghiaia

da mt. 1435 a mt. 1440 Argilla

da mt. 1440 a mt. 1445 Ghiaia

da mt. 1445 a mt. 1450 Argilla

da mt. 1450 a mt. 1455 Ghiaia

da mt. 1455 a mt. 1460 Argilla

da mt. 1460 a mt. 1465 Ghiaia

da mt. 1465 a mt. 1470 Argilla

da mt. 1470 a mt. 1475 Ghiaia

da mt. 1475 a mt. 1480 Argilla

da mt. 1480 a mt. 1485 Ghiaia

da mt. 1485 a mt. 1490 Argilla

da mt. 1490 a mt. 1495 Ghiaia

da mt. 1495 a mt. 1500 Argilla

da mt. 1500 a mt. 1505 Ghiaia

da mt. 1505 a mt. 1510 Argilla

da mt. 1510 a mt. 1515 Ghiaia

da mt. 1515 a mt. 1520 Argilla

da mt. 1520 a mt. 1525 Ghiaia

da mt. 1525 a mt. 1530 Argilla

da mt. 1530 a mt. 1535 Ghiaia

da mt. 1535 a mt. 1540 Argilla

da mt. 1540 a mt. 1545 Ghiaia

da mt. 1545 a mt. 1550 Argilla

da mt. 1550 a mt. 1555 Ghiaia

da mt. 1555 a mt. 1560 Argilla

da mt. 1560 a mt. 1565 Ghiaia

da mt. 1565 a mt. 1570 Argilla

da mt. 1570 a mt. 1575 Ghiaia

da mt. 1575 a mt. 1580 Argilla

da mt. 1580 a mt. 1585 Ghiaia

da mt. 1585 a mt. 1590 Argilla

da mt. 1590 a mt. 1595 Ghiaia

da mt. 1595 a mt. 1600 Argilla

da mt. 1600 a mt. 1605 Ghiaia

da mt. 1605 a mt. 1610 Argilla

da mt. 1610 a mt. 1615 Ghiaia

da mt. 1615 a mt. 1620 Argilla

da mt. 1620 a mt. 1625 Ghiaia

da mt. 1625 a mt. 1630 Argilla

da mt. 1630 a mt. 1635 Ghiaia

da mt. 1635 a mt. 1640 Argilla

da mt. 1640 a mt. 1645 Ghiaia

da mt. 1645 a mt. 1650 Argilla

da mt. 1650 a mt. 1655 Ghiaia

da mt. 1655 a mt. 1660 Argilla

da mt. 1660 a mt. 1665 Ghiaia

da mt. 1665 a mt. 1670 Argilla

da mt. 1670 a mt. 1675 Ghiaia

da mt. 1675 a mt. 1680 Argilla

da mt. 1680 a mt. 1685 Ghiaia

da mt. 1685 a mt. 1690 Argilla

da mt. 1690 a mt. 1695 Ghiaia

da mt. 1695 a mt. 1700 Argilla

da mt. 1700 a mt. 1705 Ghiaia

da mt. 1705 a mt. 1710 Argilla

da mt. 1710 a mt. 1715 Ghiaia

da mt. 1715 a mt. 1720 Argilla

da mt. 1720 a mt. 1725 Ghiaia

da mt. 1725 a mt. 1730 Argilla

da mt. 1730 a mt. 1735 Ghiaia

da mt. 1735 a mt. 1740 Argilla

da mt. 1740 a mt. 1745 Ghiaia

da mt. 1745 a mt. 1750 Argilla

da mt. 1750 a mt. 1755 Ghiaia

da mt. 1755 a mt. 1760 Argilla

da mt. 1760 a mt. 1765 Ghiaia

da mt. 1765 a mt. 1770 Argilla

da mt. 1770 a mt. 1775 Ghiaia

da mt. 1775 a mt. 1780 Argilla

da mt. 1780 a mt. 1785 Ghiaia

da mt. 1785 a mt. 1790 Argilla

da mt. 1790 a mt. 1795 Ghiaia

da mt. 1795 a mt. 1800 Argilla

da mt. 1800 a mt. 1805 Ghiaia

da mt. 1805 a mt. 1810 Argilla

da mt. 1810 a mt. 1815 Ghiaia

da mt. 1815 a mt. 1820 Argilla

da mt. 1820 a mt. 1825 Ghiaia

da mt. 1825 a mt. 1830 Argilla

da mt. 1830 a mt. 1835 Ghiaia

da mt. 1835 a mt. 1840 Argilla

da mt. 1840 a mt. 1845 Ghiaia

da mt. 1845 a mt. 1850 Argilla

da mt. 1850 a mt. 1855 Ghiaia

da mt. 1855 a mt. 1860 Argilla

da mt. 1860 a mt. 1865 Ghiaia

da mt. 1865 a mt. 1870 Argilla

da mt. 1870 a mt. 1875 Ghiaia

da mt. 1875 a mt. 1880 Argilla

da mt. 1880 a mt. 1885 Ghiaia

da mt. 1885 a mt. 1890 Argilla

da mt. 1890 a mt. 1895 Ghiaia

da mt. 1895 a mt. 1900 Argilla

da mt. 1900 a mt. 1905 Ghiaia

da mt. 1905 a mt. 1910 Argilla

da mt. 1910 a mt. 1915 Ghiaia

da mt. 1915 a mt. 1920 Argilla

da mt. 1920 a mt. 1925 Ghiaia

da mt. 1925 a mt. 1930 Argilla

da mt. 1930 a mt. 1935 Ghiaia

da mt. 1935 a mt. 1940 Argilla

da mt. 1940 a mt. 1945 Ghiaia

da mt. 1945 a mt. 1950 Argilla

da mt. 1950 a mt. 1955 Ghiaia

da mt. 1955 a mt. 1960 Argilla

da mt. 1960 a mt. 1965 Ghiaia

da mt. 1965 a mt. 1970 Argilla

da mt. 1970 a mt. 1975 Ghiaia

da mt. 1975 a mt. 1980 Argilla

da mt. 1980 a mt. 1985 Ghiaia

da mt. 1985 a mt. 1990 Argilla

da mt. 1990 a mt. 1995 Ghiaia

da mt. 1995 a mt. 2000 Argilla

da mt. 2000 a mt. 2005 Ghiaia

da mt. 2005 a mt. 2010 Argilla

da mt. 2010 a mt. 2015 Ghiaia

da mt. 2015 a mt. 2020 Argilla

da mt. 2020 a mt. 2025 Ghiaia

da mt. 2025 a mt. 2030 Argilla

da mt. 2030 a mt. 2035 Ghiaia

da mt. 2035 a mt. 2040 Argilla

da mt. 2040 a mt. 2045 Ghiaia

da mt. 2045 a mt. 2050 Argilla

da mt. 2050 a mt. 2055 Ghiaia

da mt. 2055 a mt. 2060 Argilla

da mt. 2060 a mt. 2065 Ghiaia

da mt. 2065 a mt. 2070 Argilla

da mt. 2070 a mt. 2075 Ghiaia

da mt. 2075 a mt. 2080 Argilla

da mt. 2080 a mt. 2085 Ghiaia

da mt. 2085 a mt. 2090 Argilla

da mt. 2090 a mt. 2095 Ghiaia

da mt. 2095 a mt. 2100 Argilla

da mt. 2100 a mt. 2105 Ghiaia

da mt. 2105 a mt. 2110 Argilla

da mt. 2110 a mt. 2115 Ghiaia

da mt. 2115 a mt. 2120 Argilla

da mt. 2120 a mt. 2125 Ghiaia

da mt. 2125 a mt. 2130 Argilla

da mt. 2130 a mt. 2135 Ghiaia

da mt. 2135 a mt. 2140 Argilla

da mt. 2140 a mt. 2145 Ghiaia

da mt. 2145 a mt. 2150 Argilla

da mt. 2150 a mt. 2155 Ghiaia

da mt. 2155 a mt. 2160 Argilla

da mt. 2160 a mt. 2165 Ghiaia

da mt. 2165 a mt. 2170 Argilla

da mt. 2170 a mt. 2175 Ghiaia

da mt. 2175 a mt. 2180 Argilla

da mt. 2180 a mt. 2185 Ghiaia

da mt. 2185 a mt. 2190 Argilla

da mt. 2190 a mt. 2195 Ghiaia

da mt. 2195 a mt. 2200 Argilla

da mt. 2200 a mt. 2205 Ghiaia

da mt. 2205 a mt. 2210 Argilla

da mt. 2210 a mt. 2215 Ghiaia

da mt. 2215 a mt. 2220 Argilla

da mt. 2220 a mt. 2225 Ghiaia

da mt. 2225 a mt. 2230 Argilla

da mt. 2230 a mt. 2235 Ghiaia

da mt. 2235 a mt. 2240 Argilla

da mt. 2240 a mt. 2245 Ghiaia

da mt. 2245 a mt. 2250 Argilla

da mt. 2250 a mt. 2255 Ghiaia

da mt. 2255 a mt. 2260 Argilla

da mt. 2260 a mt. 2265 Ghiaia

da mt. 2265 a mt. 2270 Argilla

da mt. 2270 a mt. 2275 Ghiaia

da mt. 2275 a mt. 2280 Argilla

da mt. 2280 a mt. 2285 Ghiaia

da mt. 2285 a mt. 2290 Argilla

da mt. 2290 a mt. 2295 Ghiaia

da mt. 2295 a mt. 2300 Argilla

da mt. 2300 a mt. 2305 Ghiaia

da mt. 2305 a mt. 2310 Argilla

da mt. 2310 a mt. 2315 Ghiaia

da mt. 2315 a mt. 2320 Argilla

da mt. 2320 a mt. 2325 Ghiaia

da mt. 2325 a mt. 2330 Argilla

da mt. 2330 a mt. 2335 Ghiaia

da mt. 2335 a mt. 2340 Argilla

da mt. 2340 a mt. 2345 Ghiaia

da mt. 2345 a mt. 2350 Argilla

da mt. 2350 a mt. 2355 Ghiaia

da mt. 2355 a mt. 2360 Argilla

da mt. 2360 a mt. 2365 Ghiaia

da mt. 2365 a mt. 2370 Argilla

da mt. 2370 a mt. 2375 Ghiaia

da mt. 2375 a mt. 2380 Argilla

da mt. 2380 a mt. 2385 Ghiaia

da mt. 2385 a mt. 2390 Argilla

da mt. 2390 a mt. 2395 Ghiaia

da mt. 2395 a mt. 2400 Argilla

da mt. 2400 a mt. 2405 Ghiaia

da mt. 2405 a mt. 2410 Argilla

da mt. 2410 a mt. 2415 Ghiaia

da mt. 2415 a mt. 2420 Argilla

da mt. 2420 a mt. 2425 Ghiaia

da mt. 2425 a mt. 2430 Argilla

da mt. 2430 a mt. 2435 Ghiaia

da mt. 2435 a mt. 2440 Argilla

da mt. 2440 a mt. 2445 Ghiaia

da mt. 2445 a mt. 2450 Argilla

da mt. 2450 a mt. 2455 Ghiaia

da mt. 2455 a mt. 2460 Argilla

da mt. 2460 a mt. 2465 Ghiaia

da mt. 2465 a mt. 2470 Argilla

da mt. 2470 a mt. 2475 Ghiaia

da mt. 2475 a mt. 2480 Argilla

da mt. 2480 a mt. 2485 Ghiaia

da mt. 2485 a mt. 2490 Argilla

da mt. 2490 a mt. 2495 Ghiaia

da mt. 2495 a mt. 2500 Argilla

da mt. 2500 a mt. 2505 Ghiaia

da mt. 2505 a mt. 2510 Argilla

da mt. 2510 a mt. 2515 Ghiaia

da mt. 2515 a mt. 2520 Argilla

da mt. 2520 a mt. 2525 Ghiaia

da mt. 2525 a mt. 2530 Argilla

da mt. 2530 a mt. 2535 Ghiaia

da mt. 2535 a mt. 2540 Argilla

da mt. 2540 a mt. 2545 Ghiaia

da mt. 2545 a mt. 2550 Argilla

da mt. 2550 a mt. 2555 Ghiaia

da mt. 2555 a mt.



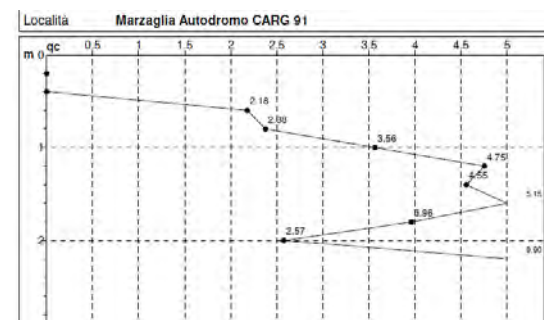
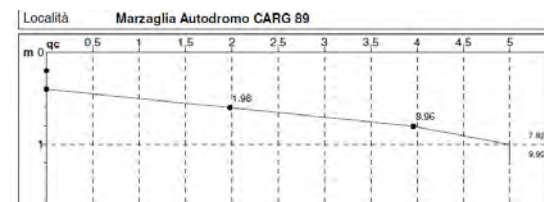
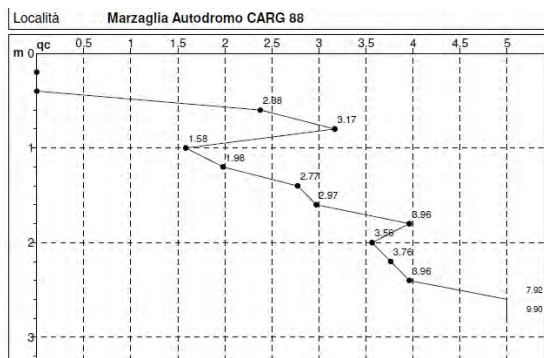
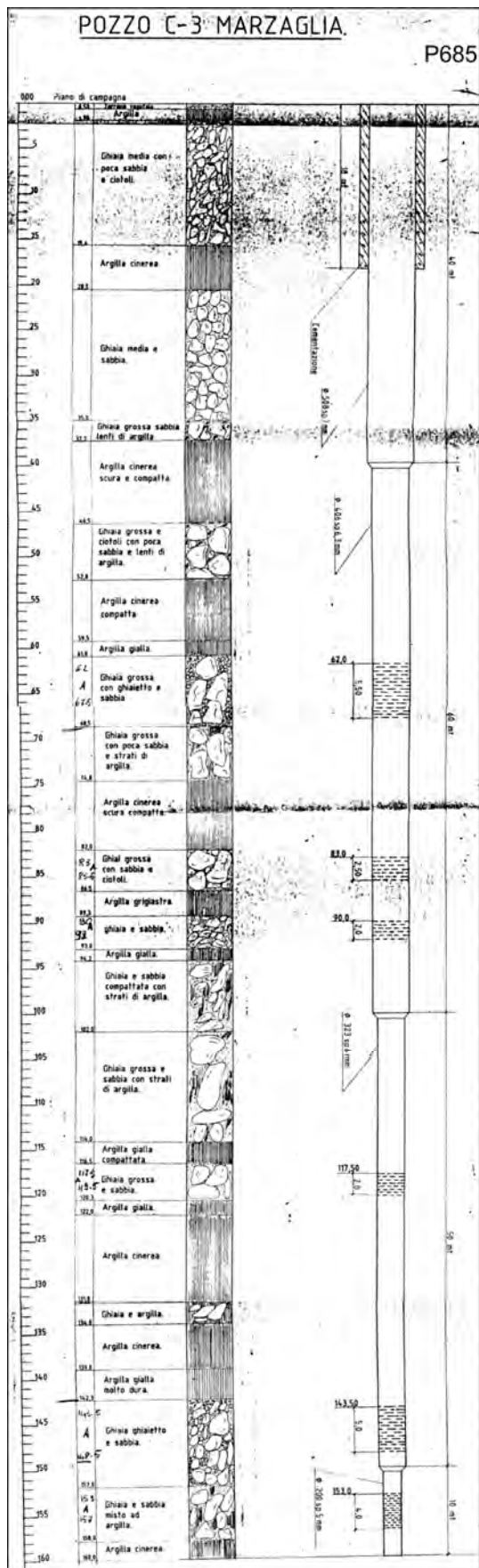
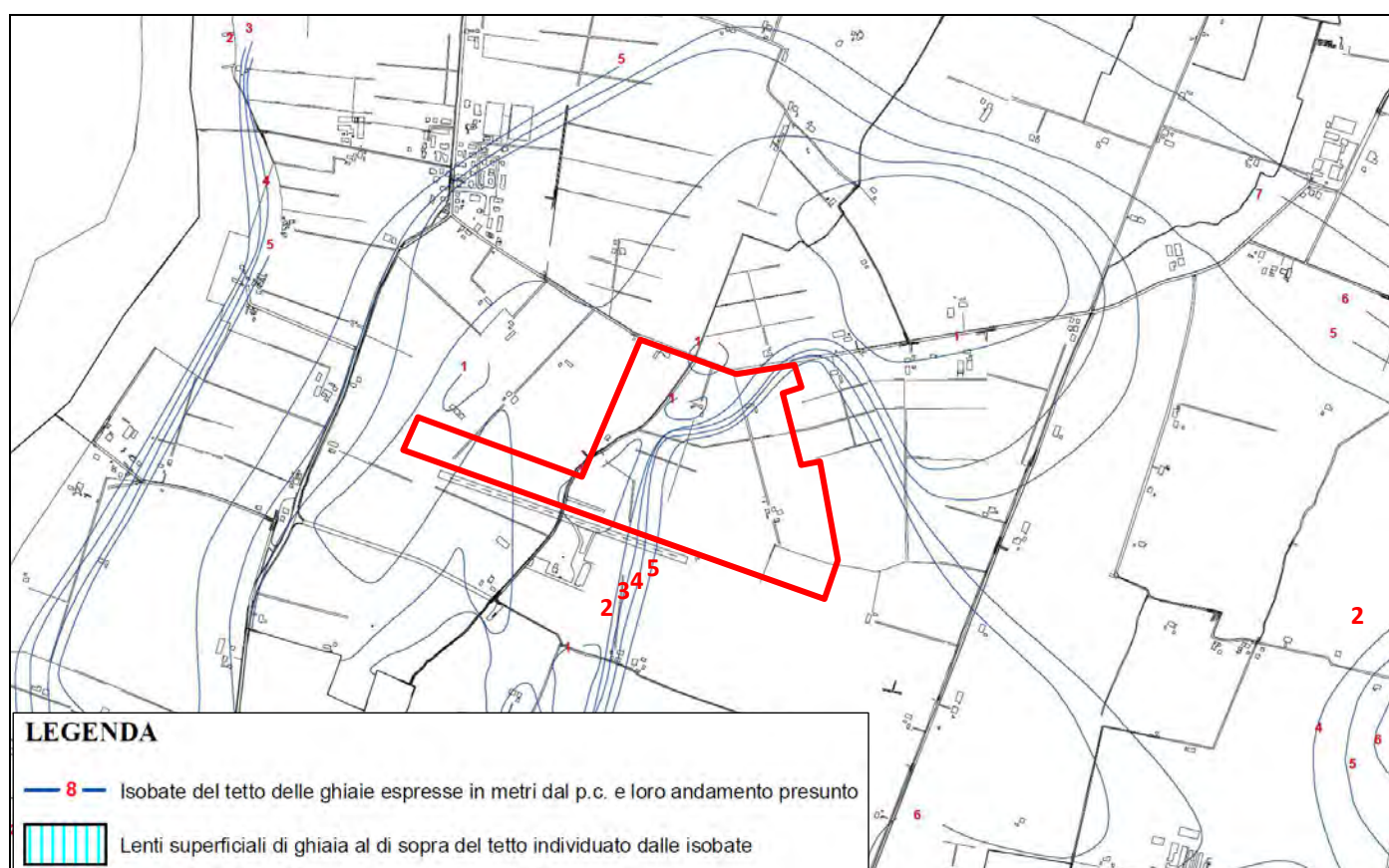


Fig. 3: Pozzo P685 e prove penetrometriche statiche C88, C89 e C91 effettuate nei pressi dell'area di interesse.

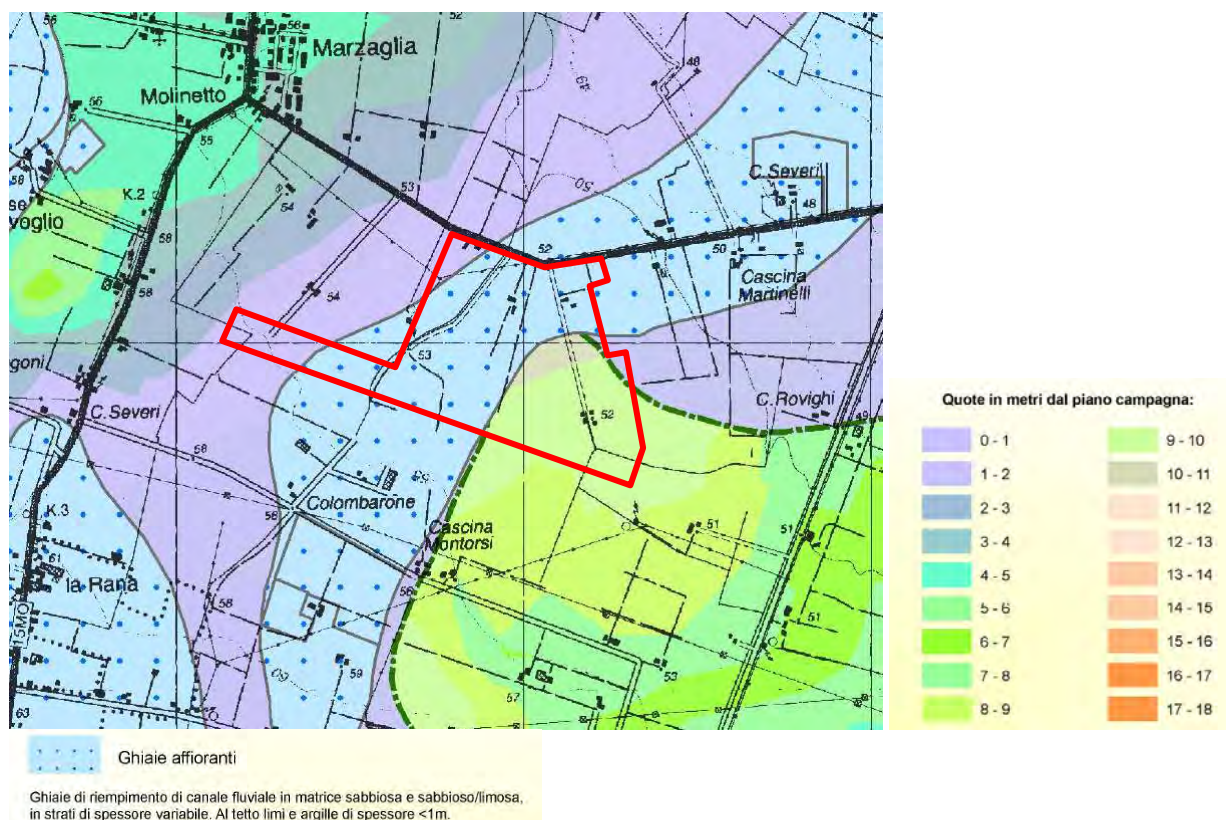
I dati di profondità del tetto del primo livello ghiaioso trovano riscontro nella cartografia (Tav 1 a1.3.2) del QUADRO CONOSCITIVO da PROGETTO AMBIENTE allegato al P.R.G. del 1989 del Comune di Modena, approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 5354 del 26/11/1991, un cui estratto è riportato in figura 3.1.

Analizzando tale cartografia e confrontandola con la Carta del tetto delle ghiaie (Conoide del Fiume Secchia) contenuta nella Variante Generale al P.I.A.E. (fig. 3.2), si evince che nella fascia centrale le ghiaie sono sub-affioranti (profondità da 0.0 a -1.0 m da p.c.), per approfondirsi verso est (dove si rivengono a -5.0 m da p.c.) e verso ovest (dove si rivengono a -2.0 m da p.c.).



**Fig. 3.1:** "Carta del Tetto delle ghiaie", tratta dalla Tav 1 a1.3.2 del QUADRO CONOSCITIVO da PROGETTO AMBIENTE allegato al P.R.G. del 1989, approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 5354 del 26/11/1991.





**Fig. 3.2:** Stralcio della Carta del tetto della ghiaia (Conoide del Fiume Secchia) contenuta nella Variante Generale al P.I.A.E.

Per quanto riguarda la geomorfologia, l'area oggetto d'intervento ricade nella cosiddetta Unità di Pianura "U.P. 13 - Paesaggio dell'Alta Pianura occidentale" (**fig. 3.3**).

Il territorio si presenta privo di rilevanti connotazioni paesaggistiche:

- la morfologia è piatta e priva delle strutture morfologiche dei dossi;
- la vegetazione spontanea è pressoché assente, tranne qualche raro esemplare arboreo prevalentemente isolato e la vegetazione connessa all'edilizia sparsa e ai centri aziendali.

Per quanto riguarda il sistema insediativo, la zona è caratterizzata per lo più da edificazioni sparse, in alcuni casi di rilevante interesse storico-architettonico.

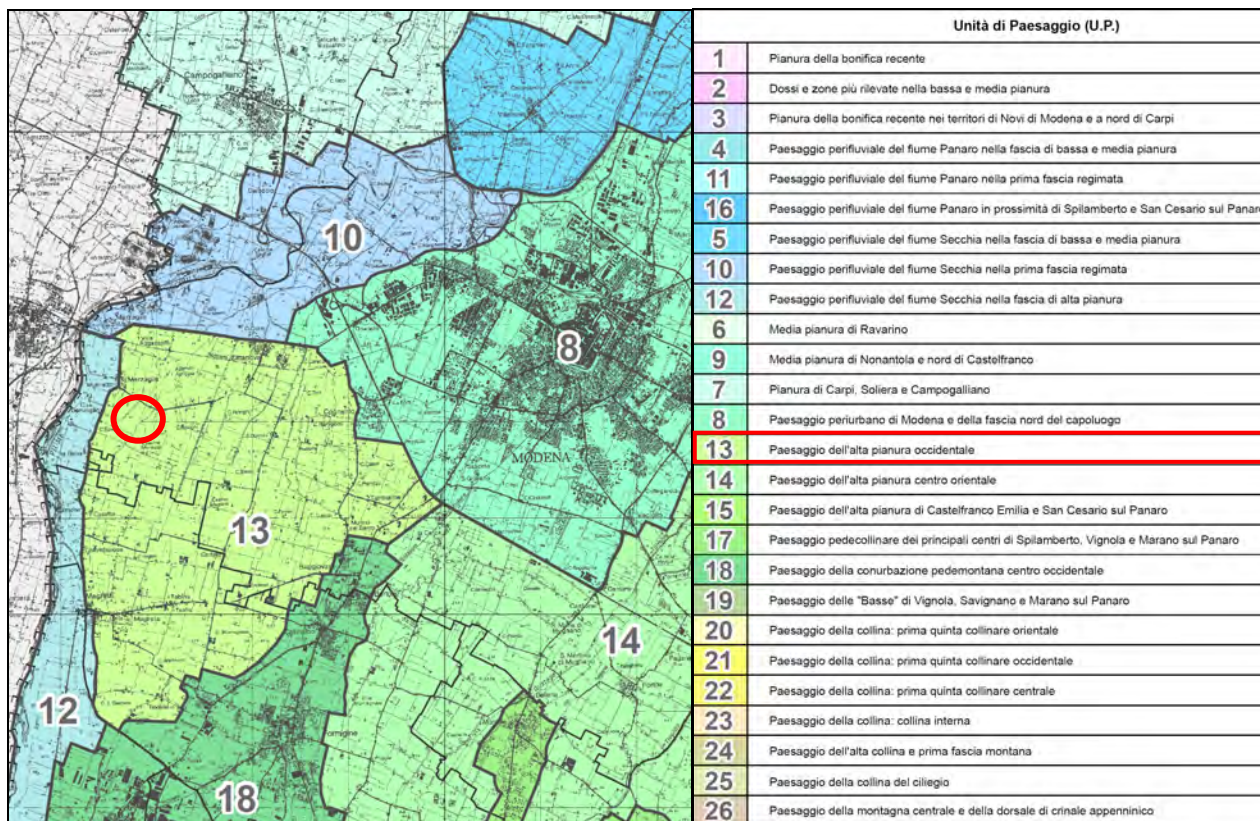
La zona presenta numerose tracce di viabilità storica, oltre alla diffusione di siti archeologici.

La rete idrografica è costituita unicamente da fossati di scolo e irrigui di ordine secondario e di limitate dimensioni.

Per quanto riguarda l'orientamento produttivo prevalente, sono presenti aziende di tipo misto, viticolo-zootecniche. Prevale l'allevamento, principalmente bovino, con forte presenza del tipo intensivo. L'appoderamento è ampio e regolare.

E' dominato dalla presenza di fabbricati e strutture di servizio legate all'attività zootecnica, talvolta di notevoli dimensioni volumetriche.

Le principali zone di tutela ai sensi del Piano Paesistico sono quelle di cui all'art. 12 "aree di alimentazione degli acquiferi sotterranei". Sono inoltre presenti tracce di viabilità storica (art. 44A) e alcune modeste zone di concentrazione di materiali archeologici (art. 41A).



**Fig.3.3:** "Carta delle Unità di Paesaggio", tratta dalla Tav. 7 del PTCP della Provincia di Modena, Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2009 e Approvato con D.C.P. n.46 del 18/03/2009.

### 1.3 VALUTAZIONE DEI VINCOLI E DELLE TUTELE PRESENTI NELL'AREA

Per quanto riguarda le criticità ambientali, l'area in esame ricade in una "Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei", di cui all'art. 12 del PTCP della Provincia di Modena, di seguito riportato.

In particolare, il sito d'intervento appartiene ad un "Settore di ricarica di tipo B": aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda, generalmente comprese tra la zona A e la media pianura, idrogeologicamente identificabile come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale.



## **ART. 12 - Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei**

### **Descrizione delle “zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei”**

---

1. (D) Le “Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei” si identificano nelle “Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura” di cui all’art. 12A comma 1, nelle “Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio collinare-montano” di cui all’art. 12B, comma 1 e nelle “Zone di protezione delle acque superficiali” di cui all’art. 12C, comma 1.
2. (D) Nelle tavole della Carta n. 1.1 del presente Piano (“Tutela delle risorse paesistiche e storico-culturali”) sono riportate le sole delimitazioni complessive degli ambiti descritti al precedente comma 1, disciplinati ai sensi del presente articolo.
3. (D) Nelle tavole della Carta n. 3.2 del presente Piano (“Rischio inquinamento acque: zone di protezione delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano”) trovano corrispondenza e compiuta specificazione le delimitazioni di cui al precedente comma 1. Disciplina delle “zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei”
4. (D) Alle zonizzazioni riportate nelle tavole 3.2 di cui al precedente comma 3, che corrispondono e specificano compiutamente le delimitazioni di cui al comma 2, si applica la disciplina di cui ai successivi articoli 12A, 12B e 12C che costituisce elemento di attuazione e approfondimento delle Norme del PTA regionale, in coerenza con i contenuti delle disposizioni stabilite dal PTPR all’art. 28.

### **Coordinamento con l’attuazione della rete ecologica provinciale**

---

5. (D) L’attuazione degli interventi relativi al governo delle acque avviene anche attraverso la verifica delle condizioni di compatibilizzazione delle principali azioni potenzialmente critiche rispetto alla rete ecologica (tra cui i bacini di accumulo idrico e le nuove derivazioni a scopo idroelettrico), valutando le modalità attraverso cui i nuovi interventi possano costituire nuovi elementi di interesse o di condizionamento per la rete ecologica, di cui agli artt. 26-28 delle presenti Norme.

## **ART. 12A Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina – pianura**

### **1. Descrizione delle zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura**

Le “Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura” sono riportate nella tavole della Carta 3.2 del PTCP (Zone di protezione delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano) e si identificano nella fascia di territorio che si estende lungo il margine pedecollinare a ricomprendere parte dell’alta pianura caratterizzata dalla presenza di conoidi alluvionali dei corsi d’acqua appenninici che presentano in profondità le falde idriche da cui attingono i sistemi acquedottistici finalizzati

al prelievo di acque destinate al consumo umano; in esse sono ricomprese sia le aree di alimentazione degli acquiferi, sia aree proprie dei corpi centrali di conoide, caratterizzate da ricchezza di falde idriche. Le caratteristiche morfologiche, le peculiarità idrogeologiche e di assetto storico-insediativo definiscono questa fascia di transizione come uno dei sistemi fisico-ambientali strutturanti il territorio provinciale.

Tali zone sono articolate in:

**a.** aree di ricarica della falda (alimentazione): le delimitazioni delle tavole della Carta 3.2 del PTCP recepiscono ed integrano le individuazioni del PTA (art. 48, comma 1 delle Norme del PTA); le aree di ricarica della falda sono suddivise nei seguenti settori:

**a.1** settori di ricarica di tipo A: aree caratterizzate da ricarica diretta della falda, a ridosso dei principali corsi d'acqua (Secchia e Panaro), idrogeologicamente identificabili come sistema monostrato, contenente una falda freatica in continuità con la superficie da cui riceve alimentazione per infiltrazione;

**a.2** settori di ricarica di tipo B: aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda, generalmente comprese tra la zona A e la media pianura, idrogeologicamente identificabile come sistema debolmente compartimentato in cui alla falda freatica superficiale segue una falda semiconfinata in collegamento per drenanza verticale;

**a.3** settori di ricarica di tipo C: bacini imbriferi di primaria alimentazione dei settori di tipo A e B;

**a.4** settori di ricarica di tipo D: fasce adiacenti agli alvei fluviali dei fiumi Secchia e Panaro con prevalente alimentazione laterale subalvea;

**b.** aree caratterizzate da ricchezza di falde idriche: aree individuate dal PTCP e delimitate nella Carta 3.2, appartenenti ai corpi alluvionali dei corsi d'acqua appenninici caratterizzate da ricchezza di falde idriche nel sottosuolo e riconoscibili in superficie per le pendenze ancora sensibili (da 1,3 a 0,5%) rispetto a quelle della piana alluvionale (da 0,2 a 0,1%) che le conferiscono un aspetto morfologico significativo rilevabile sino a quota 35 m s.l.m. per le conoidi maggiori e 50 m s.l.m. per quelle minori;

**c.** zone di tutela dei fontanili: nella Carta 3.2 del PTCP sono delimitate le "zone di tutela dei fontanili" (art. 44, comma 1, lett. a. delle Norme del PTA), le quali ricomprendono sia delimitazioni di aree interessate da emergenze diffuse che la localizzazione di singole emergenze e relativi canali di pertinenza per il deflusso superficiale, che presentano caratteri di significativa rilevanza idraulica, morfologica, ambientale/ecologica e paesistica;

**d.** zone di riserva: nella Carta 3.2 del PTCP sono delimitate le zone di riserva (art. 44, comma 1, lett. a. delle Norme del PTA) che rappresentano gli ambiti nei quali sono presenti risorse non ancora destinate al consumo umano, ma potenzialmente sfruttabili per captazioni da realizzare nell'ambito degli interventi programmati dall'Ente preposto (oggi Agenzia d'ambito per i Servizi Pubblici di Modena).

## **2. Disposizioni per le zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura**

---

**2.1** Nelle aree di ricarica della falda descritte al precedente comma 1 lett. a., al fine della tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche sotterranee utilizzate per scopo idropotabile, valgono le disposizioni ed i divieti riportati alle successive lettere:

**2.1.a** nei settori di ricarica di tipo A, B, C, e D di cui al comma 1 lett. a.1, a.2, a.3, a.4 vanno rispettate le seguenti disposizioni:

**a.1** (D) le attività agrozootecniche ed in particolare quelle relative allo spandimento sui suoli agricoli di effluenti zootecnici e fertilizzanti, vanno effettuate nel rispetto delle disposizioni contenute nell'articolo 12B comma 4 delle presenti Norme (in relazione alla definizione delle zone vulnerabili e non vulnerabili da nitrati di origine agricola)

**a.2** (I) ai fini del conseguimento degli obiettivi di qualità ambientale definiti all'art. 13A delle presenti Norme, lo smaltimento di liquami zootecnici sul suolo deve essere fortemente limitato, a favore di un corretto utilizzo agronomico privilegiando, ove possibile, l'utilizzo dell'esistente impiantistica per il trattamento dei reflui zootecnici, fino ad esaurimento delle relative capacità residue di trattamento; la Provincia, nello svolgimento delle proprie funzioni amministrative connesse all'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e



delle acque reflue (di cui al Capo III della L.R. 4/2007) deve adoperarsi in tal senso, anche promuovendo la realizzazione di nuovi impianti per il trattamento dei reflui zootecnici

**a.3 (D)** le aziende agrozootecniche che effettuano operazioni di distribuzione degli effluenti sul campo devono attivare pratiche agronomiche tali da prevenire la dispersione di nutrienti e fitofarmaci nelle falde acquifere, nonché applicare il Codice di Buona Pratica Agricola, approvato con D.M. 19 aprile 1999 (Direttiva CEE 91/676); per le aziende che ricevono il sostegno finanziario, ai sensi della Politica Agricola Comune (PAC), deve essere garantito il rispetto della condizionalità, istituita dal Reg. (CE) n.1782/2003 (D.M. 5/08/2004 "Disposizioni per l'attuazione della riforma della politica agricola comune") di seguito elencata: i Criteri di Gestione - Obbligatorie (CGO), elencati nell'Allegato III del suddetto Regolamento; le norme, elencate - nell'Allegato IV del suddetto Regolamento, finalizzate al mantenimento in Buone Condizioni Agronomiche ed Ambientali delle terre agricole (BCAA), specialmente quelle non più utilizzate a fini di produzione;

**a.4 (P)** ai fini del monitoraggio del bilancio idrico sotterraneo, anche per le utenze irrigue si fa obbligo dell'installazione e manutenzione in regolare stato di funzionamento di dispositivi per la misurazione delle portate e dei volumi d'acqua emunta, e di comunicazione annuale dei dati al competente Servizio tecnico regionale ed alla Provincia, secondo le disposizioni di cui all'Allegato 1.8 art. 13C, comma 2, lett. d.3.2;

**a.5 (D)** i Comuni in sede di formazione e adozione degli strumenti urbanistici generali o di varianti di adeguamento alle presenti disposizioni, recepiscono le seguenti direttive:

- deve essere applicata, ed eventualmente approfondita con particolare riferimento agli ambiti definiti a classi di sensibilità 1 e 2 (Carta n. 3.1), la disciplina relativa alle "misure per la prevenzione, la messa in sicurezza o riduzione del rischio relative ai centri di pericolo di cui all'art. 45, comma 2 lett. a.2 delle Norme del PTA" riportata nell'omonimo Allegato 1.4 alle presenti Norme;
- nelle aree urbane comprese nelle classi di sensibilità 1 (Carta n. 3.1) devono in particolare essere privilegiati gli interventi di completamento o ampliamento orientati a destinazioni d'uso di tipo residenziale, direzionale, commerciale o di servizio;
- i sistemi fognari pubblici e privati devono essere realizzati con tecnologie e materiali atti a garantirne la perfetta tenuta, con particolare riferimento al collegamento tra il collettore e i pozzetti d'ispezione, al fine di precludere ogni rischio d'inquinamento. Le medesime garanzie costruttive debbono essere riservate anche agli altri manufatti in rete (es. impianti di sollevamento ecc.) e alle strutture proprie degli impianti di depurazione. Per le reti ed i manufatti fognari esistenti deve essere prevista una verifica della tenuta idraulica, anche ai sensi della disciplina delle "misure per la prevenzione, la messa in sicurezza o riduzione del rischio relative ai centri di pericolo", di cui all'Allegato 1.4 alle presenti Norme, cui si rimanda anche per gli scarichi di acque reflue industriali contenenti sostanze pericolose. I regolamenti urbanistici comunali devono contenere disposizioni in tal senso;

**a.6 (P)** la localizzazione di nuovi insediamenti industriali considerati a rischio di incidenti rilevanti ai sensi del D. Lgs. 334/1999 come modificato e integrato dal D. Lgs. 238/2005 ("Attuazione della direttiva 2003/105/CE, che modifica la 96/82/CE, sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose") deve essere effettuata sulla base delle disposizioni contenute nell'art. 61 delle presenti Norme;

#### **2.1.b nei settori di ricarica di tipo A, B, C e D di cui al comma 1 lett. a.1, a.2, a.3, a.4 sono vietati:**

**b.1 (P)** lo spandimento, ai sensi del D. Lgs. 99/1992, di fanghi derivanti dai processi di depurazione delle acque reflue (provenienti da insediamenti civili e produttivi, ad esclusione di quelli appartenenti al settore agro-alimentare), prodotti all'esterno dei settori suddetti;

**b.2 (P)** gli scarichi diretti nelle acque sotterranee e nel sottosuolo, ai sensi dell'art. 104, comma 1 D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., con le deroghe previste ai successivi commi del medesimo articolo;

**b.3 (P)** gli scarichi nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo fatta eccezione, oltre ai casi previsti dall'art. 103 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.:

- per gli scarichi relativi alla categoria "a. dispersione sul suolo di acque reflue, anche se depurate" di cui alla disciplina delle "misure per la prevenzione, la messa in sicurezza o riduzione del rischio relative ai centri di pericolo" di cui all'Allegato 1.4 alle presenti Norme;
- per gli scarichi di fognature bianche al servizio di aree a destinazione residenziale;

- per gli scarichi derivanti da scolmatori di piena, al servizio di reti fognarie unitarie, sottese ad aree ad esclusiva destinazione residenziale, se dotati di adeguati sistemi di gestione di acque di prima pioggia, di cui al successivo art. 13B comma 3;

**b.4 (D)** la realizzazione di nuovi allevamenti zootecnici intensivi assoggettati al regime di autorizzazione integrata ambientale come individuati nell'Allegato I del D. Lgs. 59/2005, attuazione della Direttiva 96/61/CE, nonché la realizzazione di nuovi allevamenti che non posseggano un adeguato rapporto fra capi allevati e terreno a titolo reale di godimento disponibile per lo spandimento;

**b.5 (P)** nei settori di ricarica di tipo D sono vietati nuovi ambiti residenziali e produttivi. Il recupero a scopo residenziale del patrimonio edilizio esistente, qualora previsto dagli strumenti urbanistici comunali, è possibile nel rispetto delle prescrizioni di cui alla Delibera di Giunta Regionale n. 1053/2003;

**2.1.c nei settori di ricarica di tipo A, B e D, di cui al comma 1 lett. a.1, a.2, a.4, oltre alle norme di cui alle precedenti lett. a. e b., vanno rispettate le seguenti disposizioni:**

**c.1 (P)** gli strumenti di pianificazione settoriale provinciali e comunali (PIAE e PAE) devono garantire che l'esercizio delle attività estrattive per le quali al 1 febbraio 2006, data di entrata in vigore del PTA, non sia stata approvata la convenzione richiesta dall'art. 12 della L.R. 17/1991 e successive modificazioni, venga effettuato nel rispetto delle seguenti condizioni:

- le attività estrattive non devono compromettere i livelli di protezione naturali e in particolare non devono portare a giorno l'acquifero principale e comportare rischi di contaminazione della falda e sono subordinate alla definizione di progetti di recupero ambientale da effettuarsi alla cessazione dell'attività come previsto dalla vigente normativa; nella formazione dei citati progetti deve essere valutato il potenziale utilizzo delle ex cave come bacini di accumulo della risorsa idrica, in relazione alla pianificazione prevista per i bacini irrigui a basso impatto ambientale di cui all'art. 13C comma 2 lett. d.2 dell'Allegato 1.8 alle presenti Norme;
- non sono ammessi tombamenti di invasi di cava con terreni eccedenti i limiti di qualità di cui alla "colonna" A della Tabella 1 riportata nell'Allegato 5 "Tutela acque" sub. 5, parte IV, Titolo V, del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.;
- nei settori di ricarica di tipo D le attività estrattive vanno finalizzate prioritariamente al recupero idraulico al fine di ripristinare e favorire il rapporto fiume-falda. Compete agli strumenti di pianificazione settoriale provinciali e comunali (PIAE e PAE) definire le analisi ambientali da eseguire e le conseguenti valutazioni da effettuare, in riferimento al rapporto falda-fiume e ai rischi e opportunità che le attività estrattive previste comportano;

**c.2 (P)** nei settori di ricarica di tipo A e D non sono ammesse discariche di rifiuti di alcun genere classificati ai sensi dell'art. 184 del D. Lgs. 152/2006;

**c.3 (P)** nei settori di ricarica di tipo B non sono ammesse discariche per rifiuti classificati pericolosi ai sensi dell'art. 184, comma 5 del D. Lgs. 152/2006;

**c.4 (D)** nei settori di ricarica di tipo A, B e D i Comuni, al fine di favorire il processo di ricarica della falda e di limitare l'impermeabilizzazione dei suoli, devono promuovere il mantenimento delle superfici coltivate attraverso la limitazione delle destinazioni urbanistiche che comportino nuova urbanizzazione.

A tale fine nella formazione dei Piani Strutturali Comunali o nella redazione di varianti ai PRG, il comune calcola l'estensione complessiva delle aree di ricarica della falda (settori A, B, D) interessate da nuove destinazioni urbanistiche che comportano l'impermeabilizzazione del suolo, e l'estensione delle aree in cui è prevista una riduzione dell'impermeabilizzazione rispetto allo stato di fatto (ad es. aree produttive dismesse classificate come ambiti da riqualificare). Il bilancio relativo deve essere tale da garantire, anche attraverso misure compensative, il mantenimento degli apporti di ricarica naturale della falda almeno ai livelli precedenti l'adozione dello strumento urbanistico. Il bilancio sopra citato deve essere riportato nella Relazione illustrativa del PSC o della Variante al PRG. Nel caso in cui il bilancio delle previsioni urbanistiche evidenzia un incremento di superfici impermeabilizzate rispetto allo stato di fatto, la normativa del PSC deve prevedere espressamente (anche attraverso i necessari rimandi al RUE, al POC e agli strumenti attuativi) che in ciascun intervento urbanistico siano adottate misure compensative idonee a garantire un bilancio idrico non sfavorevole, tra cui quelle indicate alle successive lett. c. 4.2. Al fine di limitare il fenomeno



dell'impermeabilizzazione dei suoli e favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche, gli strumenti urbanistici devono inoltre recepire le seguenti disposizioni:

**c.4.1 (D)** i Regolamenti Urbanistico-Edilizi ed i Regolamenti Edilizi devono dettare specifiche norme con particolare riferimento alle zone corrispondenti alle classi di sensibilità 1 e 2 (Carta n. 3.1) di maggiore rilevanza ai fini dell'alimentazione delle falde acquifere sotterranee. Per gli ambiti del territorio urbano definiti dal Capo A-3 dell'Allegato alla L.R. 20/2000, gli strumenti urbanistici comunali definiscono:

- un indice massimo di impermeabilizzazione ovvero un valore minimo di permeabilità residua (vedi art. 55 comma 3 delle Norme del PTCP). Nell'Appendice 1 della Relazione di Piano è riportato un metodo per il calcolo dell'incremento teorico di superficie impermeabilizzabile date le caratteristiche del bacino di scolo;
- criteri per ridurre l'effetto dell'impermeabilizzazione delle superfici nei confronti dell'incremento dei tempi di corrivazione dei deflussi idrici superficiali e della ricarica delle acque sotterranee, prevedendo per i nuovi spazi pubblici o privati destinati a parcheggi, piazzali, ecc. (anche in occasione di rifacimento degli stessi), di cui si prevede che le relative superfici non siano soggette a dilavamento di sostanze pericolose e/o contaminanti le acque di falda, modalità costruttive idonee a consentire l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque, salvo che tali modalità non debbano essere escluse per comprovati motivi di sicurezza igienico-sanitaria e statica, o per ragioni di tutela di beni culturali e paesaggistici;
- interventi tecnici da adottare per ridurre l'effetto della impermeabilizzazione delle superfici edificate sulla riduzione
- dei tempi di corrivazione dei deflussi idrici superficiali e della ricarica delle acque sotterranee;

**c.4.2 (D)** i Regolamenti Urbanistico-Edilizi ed i Regolamenti Edilizi devono recepire i criteri ed i principi della gestione sostenibile delle risorse idriche espressi nella Delibera della Giunta Regionale n. 286/2005 "Direttiva concernente Indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art. 39, D. Lgs. 11 maggio 1999, 152)". Nello specifico, con riferimento ai criteri espressi nel punto 3.5 della Direttiva, devono prevedere che nelle aree a destinazione residenziale e produttiva/commerciale debba essere effettuato, ove possibile in relazione alle caratteristiche locali del suolo e di permeabilità, lo smaltimento in loco delle acque meteoriche (eccedenti le quantità stoccate con le tecniche di cui all'art. 13C, comma 2, lett. b.1.1, quarto alinea dell'allegato 1.8 alle presenti Norme), raccolte dalle superfici coperte dei fabbricati e degli insediamenti abitativi, o da altre superfici impermeabili scoperte non suscettibili di essere inquinate con sostanze pericolose e/o contaminanti le acque di falda. Lo smaltimento di tali acque non è considerato "scarico", ai sensi della normativa vigente;

**c.5 (D)** nelle aree non urbanizzate ma destinate all'urbanizzazione da strumenti urbanistici comunali vigenti o adottati al 1 febbraio 2006 (data di entrata in vigore del PTA) si applicano le seguenti disposizioni:

**c.5.1** nei settori di ricarica di tipo A l'insediamento di nuove attività industriali va subordinato al rispetto delle seguenti condizioni:

- che non sia presente uno stato di contaminazione delle acque sotterranee tale da rendere insostenibile ulteriore carico veicolato;
- che gli scarichi permettano il collettamento in pubblica fognatura delle acque reflue di lavorazione;
- che il prelievo di acque sotterranee a scopo produttivo sia verificato alla luce di una valutazione di compatibilità con il bilancio idrico locale. Quando è richiesto un nuovo prelievo di acqua sotterranea, è necessario che venga eseguito a cura del richiedente uno studio idrogeologico che permetta al competente Servizio tecnico regionale di valutare, a scala di conoide interessata o porzione di essa, le tendenze evolutive della falda (piezometria) nel tempo e gli effetti del prelievo;
- che non vengano previste o potenziate attività di gestione di rifiuti pericolosi;

**c.5.2** nei settori di ricarica di tipo D non è consentita la previsione di nuove aree destinate ad attività industriali;

**c.6 (D)** nelle aree urbanizzate al 1 febbraio 2006, data di entrata in vigore del PTA, nei settori di ricarica di tipo D l'insediamento di nuove attività industriali è consentito nel rispetto delle condizioni elencate alla precedente lettera c.5.1;

**2.1.d (D)** nei settori di ricarica di tipo C, oltre alle disposizioni di cui alle precedenti lett. a. e b., vanno rispettate le disposizioni definite per il settore di ricarica di tipo B alla lett. c.3 e quelle dell'art. 12C, comma 2.2;

**2.2** nelle Aree caratterizzate da ricchezza di falde idriche descritte al precedente comma 1 lettera b. valgono le seguenti disposizioni:

**2.2.a (P)** sono vietati gli interventi e le attività indicate nelle lett. b.2, b.3, b.4 del precedente comma 2.1, e debbono essere rispettate le prescrizioni espresse alla lett. c.1 del medesimo comma;

**2.2.b (D)** deve essere applicata la disciplina relativa alle “misure per la prevenzione, la messa in sicurezza o riduzione del rischio relative ai centri di pericolo di cui all’art. 45, comma 2 lett. a.2) delle Norme del PTA” riportata nell’Allegato 1.4 alle presenti Norme, quando la singola disposizione riportata nell’Allegato è riferita espressamente a tutti i settori delle aree ricarica della falda (dicitura “Tutti i settori di ricarica della falda”); i Comuni in sede di redazione degli strumenti urbanistici generali o di varianti di adeguamento dei medesimi devono provvedere a recepire, ed eventualmente approfondire, tale disciplina;

**2.2.c (P)** non sono ammesse discariche per “rifiuti pericolosi” ai sensi dell’art. 184 del D. Lgs. 152/2006;

**2.2.d (P)** la localizzazione di nuovi insediamenti industriali considerati a rischio di incidenti rilevanti ai sensi del D. Lgs. 334/1999 come modificato e integrato dal D. Lgs. 238/2005 (“Attuazione della direttiva 2003/105/CE, che modifica la 96/82/CE, sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose”) deve essere effettuata sulla base delle disposizioni contenute nell’art. 61 delle presenti Norme;

**2.3 (D)** nelle zone di tutela dei fontanili, descritte al precedente comma 1 lettera c., ai fini della tutela di tali ecosistemi, è vietato l’utilizzo degli effluenti di allevamento in agricoltura ai sensi degli artt. 3, comma 1 e 37, comma 1 del Programma di “Attuazione del decreto del Ministro delle Politiche agricole e forestali 7 aprile 2006. Programma d’azione per le zone vulnerabili ai nitrati da fonte agricola - Criteri e norme tecniche generali”; gli strumenti di pianificazione comunali nello specifico hanno il compito di:

- a) dettagliare l’ubicazione puntuale dei fontanili, prevedendo il divieto del prelievo di acqua in un raggio di 500 m dalla testa del fontanile. Fanno eccezione i prelievi di acque destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto, nonché i prelievi di acque per altri usi non altrimenti soddisfacenti, autorizzati dal competente Servizio tecnico regionale ai sensi di legge, in subordine ad una verifica della non interferenza negativa sulla dinamica di alimentazione del fontanile;
- b) dettagliare ulteriormente le “zone di tutela dei fontanili” riportate nella Carta n. 3.2 del PTCP e dettare ulteriori disposizioni volte a tutelare l’integrità dell’area di pertinenza dei fontanili ai fini della salvaguardia degli aspetti ambientali ed ecologici e della qualità e della quantità della risorsa idrica;

**2.4 (P)** nelle zone di riserva descritte al precedente comma 1 lett. d., in quanto potenzialmente sfruttabili per captazioni da realizzare nell’ambito degli interventi programmati dall’Agenzia d’ambito per i Servizi Pubblici di Modena, si applicano le misure di tutela delle zone di rispetto allargate dei pozzi per la captazione di acque sotterranee, previste dalla vigente normativa a seguito dell’approvazione degli interventi di captazione in sede di strumenti di programmazione di competenza dell’Agenzia d’Ambito per i Servizi Pubblici di Modena. Tali disposizioni hanno efficacia fino alla realizzazione delle captazioni, per le quali devono essere delimitate le specifiche zone di rispetto;

**2.5 (P)** nelle zone di tutela assoluta e di rispetto delle captazioni di acque destinate al consumo umano ed erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse (art. 94 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.), si applicano le disposizioni di cui all’art. 13B, comma 6 delle presenti Norme;

**2.6 (I)** con riferimento alle zone di cui al precedente comma 2.5, al fine di aumentare il grado di tutela, gli strumenti di pianificazione comunali possono elaborare ulteriori specificazioni di zona e di norma, qualora risultino da studi approfonditi sulla vulnerabilità degli acquiferi sotterranei;

**2.7** la realizzazione degli “Impianti geotermici di climatizzazione” è subordinata alle seguenti disposizioni:

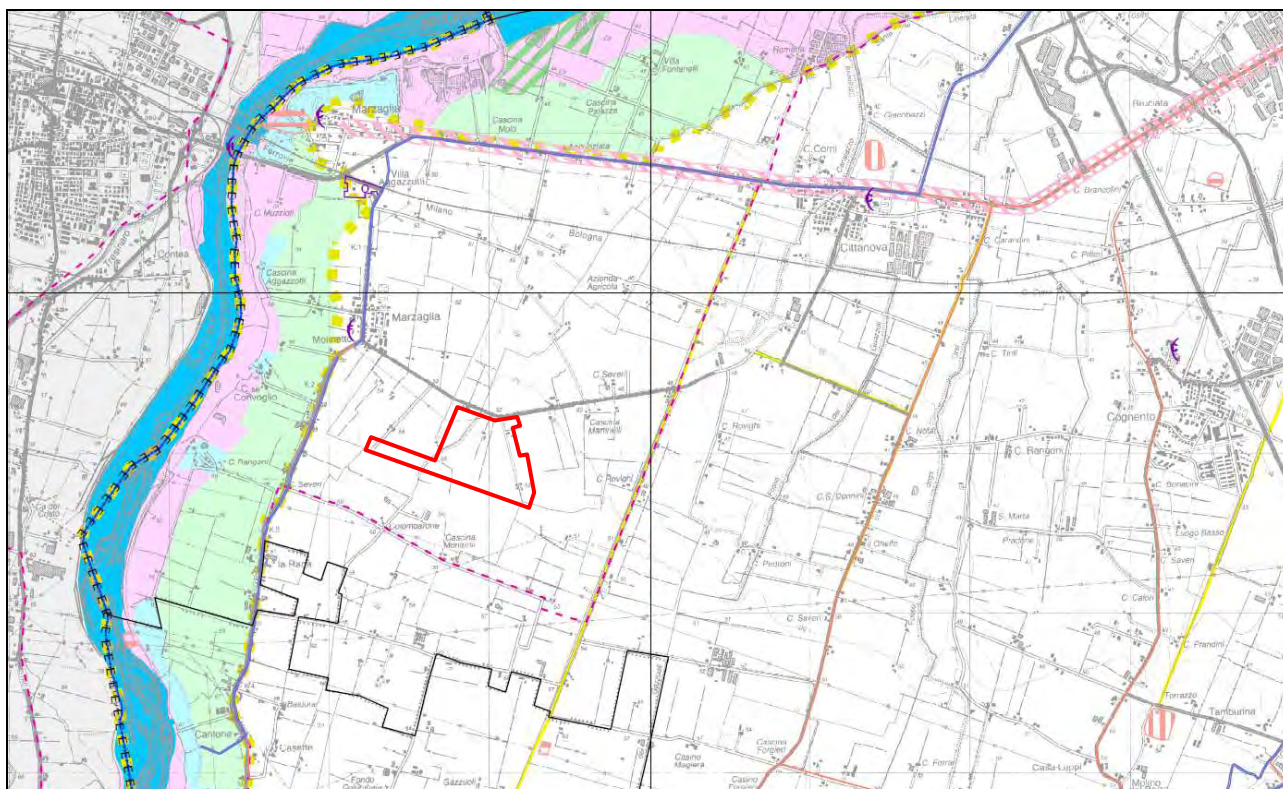
**2.7.1 (P)** è vietata nelle zone di tutela dei fontanili e di cui all’art. 12A, comma 1 lett. c. e nelle zone di riserva di cui all’art. 12A, comma 1 lett. d.;

**2.7.2** (P) è vietata nelle zone di tutela e di rispetto delle captazioni di acque destinate al consumo umano erogate ed a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse (art. 94 del D. Lgs. 152/2006), di cui all'art. 13B, comma 6 delle presenti Norme;

**2.7.3** (P) è consentita nei Settori di ricarica della falda A, B, C, D di cui all'art. 12A, comma 1 lett. a.; nelle aree caratterizzate da ricchezza di falde idriche di cui all'art. 12A, comma 1 lett. b.; nelle aree di possibile alimentazione delle sorgenti di cui all'art. 12B, comma 1 lett. b.; previa acquisizione delle necessarie autorizzazioni da parte delle Autorità competenti. Tali autorizzazioni sono rilasciate previa verifica complessiva che escluda la possibilità di interferenza negativa dei citati impianti sugli acquiferi captati per il prelievo di acque destinate al consumo umano, al fine di prevenire effetti negativi sull'equilibrio idrogeologico e il possibile inquinamento delle falde, anche in relazione al rischio di messa in comunicazione di sistemi acquiferi differenti (falde freatiche con falde in pressione);

**2.7.4** ulteriori precisazioni relative alla progettazione ed esecuzione degli impianti di cui al presente comma, possono essere definite nel Piano Programma Energetico Provinciale da redigere ai sensi della L.R. 26/2004 come indicato all'art. 89 comma 1.

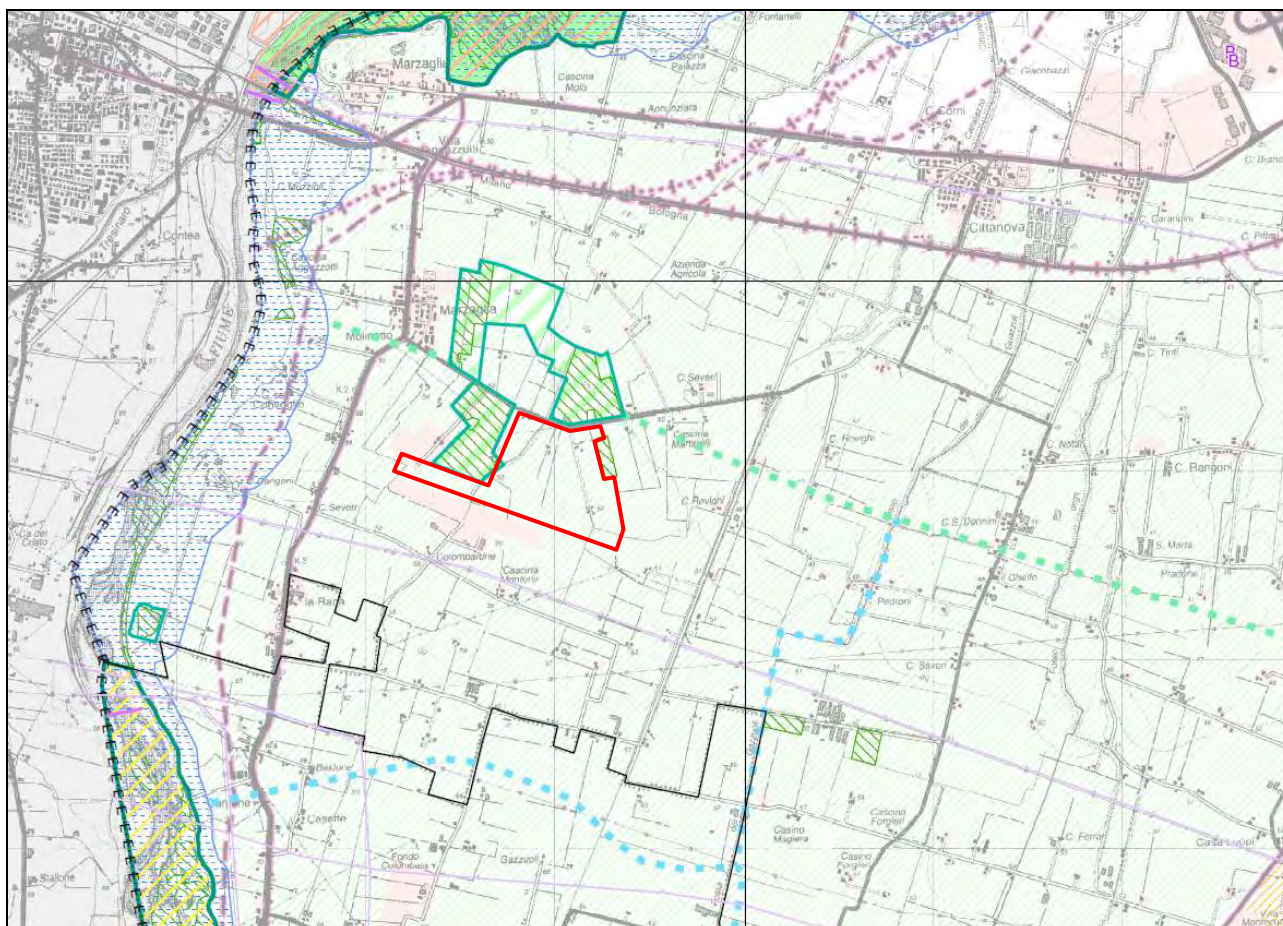




VOCI DI LEGENDA	
<b>Rete idrografica e risorse idriche superficiali e sotterranee</b>	
	Invasi ed elvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art. 10)
Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi bacini e corsi d'acqua (Art. 9)	
	Fasce di espansione inondabili (Art. 9, comma 2, lettera a)
	Zone di tutela ordinaria (Art. 9, comma 2, lettera b)
	Comprende fasce di espansione inondabili e zone di tutela naturalistica
	Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei (Art. 12)
<b>Elementi strutturanti la forma del territorio</b>	
Sistema dei crinali e sistema collinare (Art. 20)	
	Crinale
	Collina
Dossi di pianura (Art. 23A)	
	Paleodossi di accertato interesse (Art. 23A, comma 2, lettera a)
	Dossi di ambito fluviale recente (Art. 23A, comma 2, lettera b)
	Paleodossi di modesta rilevanza (Art. 23A, comma 2, lettera c)
Calanchi (Art. 23B)	
	Calanchi peculiari (Art. 23B, comma 2, lettera a)
	Calanchi tipici (Art. 23B, comma 2, lettera b)
	Forme sub-calanchive (Art. 23B, comma 2, lettera c)
Ciniali (Art. 23C)	
	Ciniali spartiacque principali (Art. 23C, comma 1, lettera a)
	Ciniale spartiacque principale che rappresenta la connotazione fisiografica e paesistica di delimitazione delle regioni Emilia Romagna e Toscana (Art. 23C, comma 1, lettera a)
	Ciniali minori (Art. 23C, comma 1, lettera b)
	Patrimonio geologico (Art. 23D)
	Zone di tutela naturalistica (Art. 24)
<b>Rete ecologica provinciale - sistema delle aree protette</b>	
Progetti di tutela, recupero e valorizzazione e "Aree Studio" (Art. 32)	
	Progetti di tutela, recupero e valorizzazione (Art. 32, comma 1)
	Aree studio (Art. 32, comma 4)
<b>Struttura del paesaggio e tutela del paesaggio identitario</b>	
Principali ambiti di paesaggio (Art. 34)	
	Ambito di crinale (Art. 34, comma 4a)
	Ambito di quinta collinare (Art. 34, comma 4b)
	Ambito fluviale di alta pianura (Art. 34, comma 4c)
	Ambito delle valli di bassa pianura (Art. 34, comma 4d)
<b>Ambiti ed elementi territoriali di interesse paesaggistico ambientale</b>	
	Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale (Art. 39)
	Zone di particolare interesse paesaggistico e ambientale soggette a decreto di tutela (Art. 40)
<b>Ambiti ed elementi territoriali di interesse storico culturale - sistema delle risorse archeologiche</b>	
Zone ed elementi di interesse storico archeologico (Art. 41A)	
	Complessi archeologici (Art. 41A, comma 2, lettera a)
	Aree di accertata e rilevante consistenza archeologica (Art. 41A, comma 2, lettera b1)
	Aree di concentrazione di materiali archeologici (Art. 41A, comma 2, lettera b2)
	Fascia di rispetto archeologico della via Emilia (Art. 41A, comma 5)
Zone ed elementi di tutela dell'impianto storico della centuriazione (Art. 41B)	
	Zone di tutela degli elementi della centuriazione (Art. 41B, comma 2, lettera a)
	Elementi della centuriazione (Art. 41B, comma 2, lettera b)
	Inseguimenti urbani storici e strutture insediative storiche non urbane (Art. 42)
	Sistema dei terreni interessati dalle partecipanze (Art. 43A)
	Terreni interessati da bonifiche storiche di pianura (Art. 43B)
	Viabilità storica (Art. 44A)
	Viabilità panoramica (Art. 44B)
	Canali storici (Art. 44C)
Strutture di interesse storico testimoniale (Art. 44D)	
	A = Bastione
	B = Bosco
	C = Chiesa
	D = Cimitero
	E = Fornace
	F = Opificio
	G = Oratorio
	H = Ponte
	I = Prato
	L = Risaia
	M = Tabernacolo
	N = Castello
	O = Villa e abitazione
	P = Scuola
	Q = Stazione ferroviaria
	R = Ospedale
	S = Manufatto idraulico
	T = Teatro
	U = Cantina
	V = Museo
	W = Barichessa
	Z = Polveriera

Fig. 3.4: "Carta della Tutela delle risorse paesistiche e storico-culturali", tratta dalla Tav. 1.1.4 del PTCP della Provincia di Modena, Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2009 e Approvato con D.C.P. n.46 del 18/03/2009.

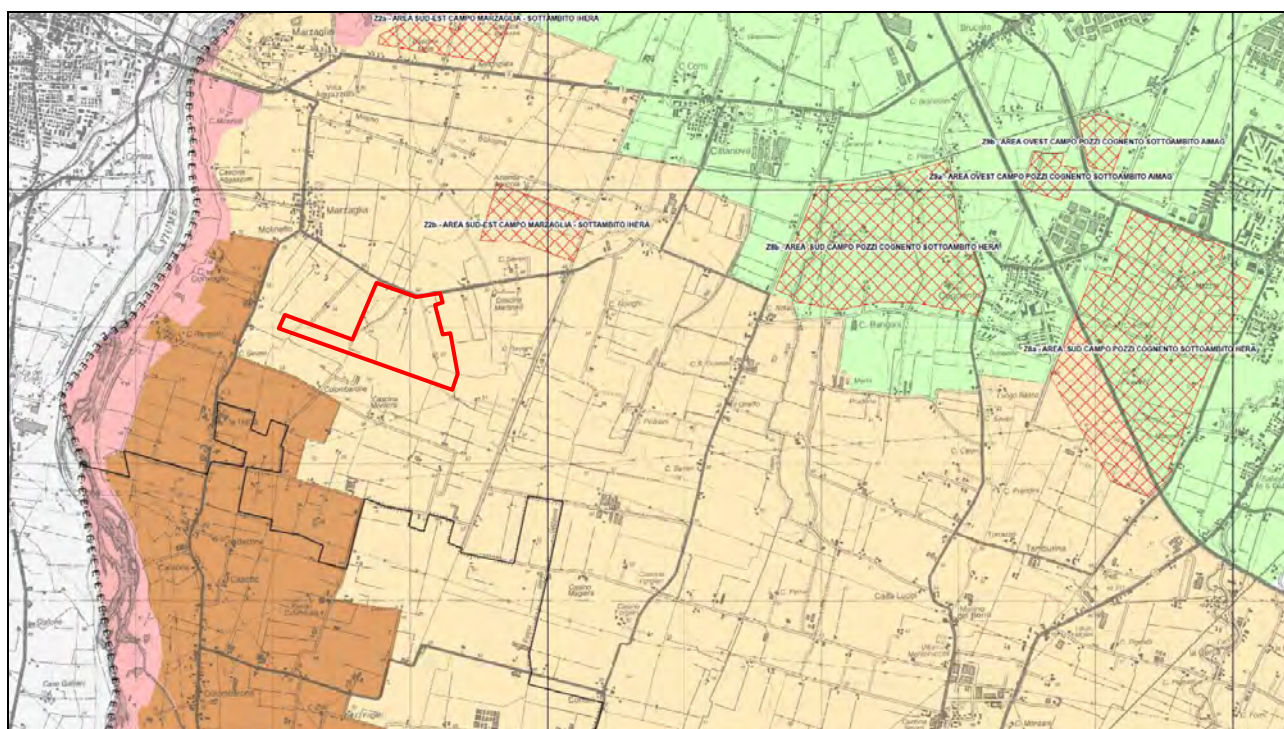




Aree Protette (L.R. 06/2005)		Potenziali elementi funzionali alla costituzione della rete ecologica locale	
	Parco Regionale - zona parco (Art.31)		Corridoi ecologici locali (Art.29)
	Parco Regionale - area contigua (Art.31)		Zone umide
	Riserve Naturali (Art.31)		Maceri principali (Art.44C)
Territori vocati all'ampliamento o istituzione di aree protette (Art.31)			Fontanili (Art.12A)
	Proposta di Aree di Riequilibrio Ecologico		Zona di tutela dei fontanili (Art.12A)
	Proposta di "Paesaggio naturale e seminaturale protetto della collina occidentale modenese"		Mitigazione TAV
Parchi Provinciali			Ambiti agricoli periurbani di rilievo provinciale (Art.72)
	Parco della Resistenza Monte Santa Giulia	Principali fenomeni di frammentazione della rete ecologica	
Rete Natura 2000		Insediativi	
	Siti di Importanza Comunitaria - SIC (Art.30)		Territorio insediato al 2006
	Zone di Protezione Speciale - ZPS (Art.30)	Infrastrutturali della mobilità	
	Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale - SIC e ZPS (Art.30)		Infrastrutture viarie esistenti
Sistema forestale boschivo			Infrastrutture ferroviarie esistenti
	Aree forestali (Art.21)		Infrastrutture viarie di progetto
Elementi funzionali della rete ecologica provinciale			Infrastrutture ferroviarie di progetto
	Nodi ecologici complessi (Art.28)	Infrastrutturali tecnologici	
	Nodi ecologici semplici (Art.28)		Sistema elettrodotti ad altissima e alta tensione
	Corridoi ecologici primari (Art.28)		Siti di emissione radio televisiva individuati dal PLERT
	Corridoi ecologici secondari (Art.28)		Opere di regimazione idraulica
	Connettivo ecologico diffuso (Art.28)		Impianti idrovori
	Direzioni di collegamento ecologico (Art.28)	Produttivi	
	Varchi ecologici (Art.28)		Escavazione di merli

Fig. 3.5: "Carta della Tutela delle risorse naturali, forestali e della biodiversità del territorio", tratta dalla Tav. 1.2.4 del PTCP della Provincia di Modena, Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2009 e Approvato con D.C.P. n.46 del 18/03/2009.





Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina-pianura						
					Settori di ricarica di tipo A - Aree di ricarica diretta della falda	Art. 12A
					Settori di ricarica di tipo B - Aree di ricarica indiretta della falda	Art. 12A
					Settori di ricarica di tipo C - Bacini imbriferi di primaria alimentazione delle zone A e B	Art. 12A
					Settori di ricarica di tipo D - Fasce adiacenti agli alvei fluviali con prevalente alimentazione laterale subalvea	Art. 12A
					Aree caratterizzate da ricchezza di falde idriche	Art. 12A
					Zone di tutela dei fontanili	Art. 12A
					Zone di riserva	Art. 12A
Zone di protezione delle acque superficiali						
					Opera di captazione in corpo idrico superficiale	Art. 12C
					Zona di protezione - bacino imbrifero a monte dell'opera di captazione	Art. 12C
					Zona di protezione - porzione di bacino imbrifero a monte dell'opera di captazione (10 Km <sup>2</sup> )	Art. 12C
Rete di monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali e dei corpi idrici artificiali						
					Stazione di monitoraggio "AS" localizzata su corpo idrico significativo	Art. 13A
					Stazione di monitoraggio localizzata su corpo idrico rilevante	Art. 13A

**Fig. 3.6:** "Carte di vulnerabilità ambientale - 3.2 Rischio inquinamento acque: zone di protezione delle acque superficiali e Sotterranee destinate al consumo umano", tratta dalla Tav. 3.2.1 del PTCP della Provincia di Modena, Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2009 e Approvato con D.C.P. n.46 del 18/03/2009.





E' stata consultata anche la "Carta della potenzialità archeologiche" del PTCP della Provincia di Modena.

Sulla base di tale elaborato, che esprime le condizioni di giacitura dei depositi archeologici e una valutazione sul loro grado di conservazione, presso l'area di intervento sono presenti depositi archeologici:

di **tipo D**, corrispondenti a:

- Depositi archeologici dall'età romana all'epoca moderna affioranti o sepolti a profondità limitata con grado di conservazione modesto, limitatamente agli alzati, per possibili danneggiamenti a causa di attività antropica recente;
- Depositi archeologici dell'età del bronzo e del ferro affioranti o sepolti a profondità limitata con grado di conservazione variabile, dipendente dalla profondità dell'attività erosiva dei corsi d'acqua di età romana e dalla frequenza di strutture sottoscavate e quindi solo in parte sottoposte a possibili danneggiamenti;
- Depositi archeologici preistorici erosi o sepolti a profondità superiori a 2 m con grado di conservazione variabile, dipendente dalla profondità dell'attività erosiva dei corsi d'acqua di età romana o protostorica e dalla frequenza di strutture sottoscavate e quindi solo in parte sottoposte a possibili danneggiamenti.

di **tipo C**, corrispondenti a:

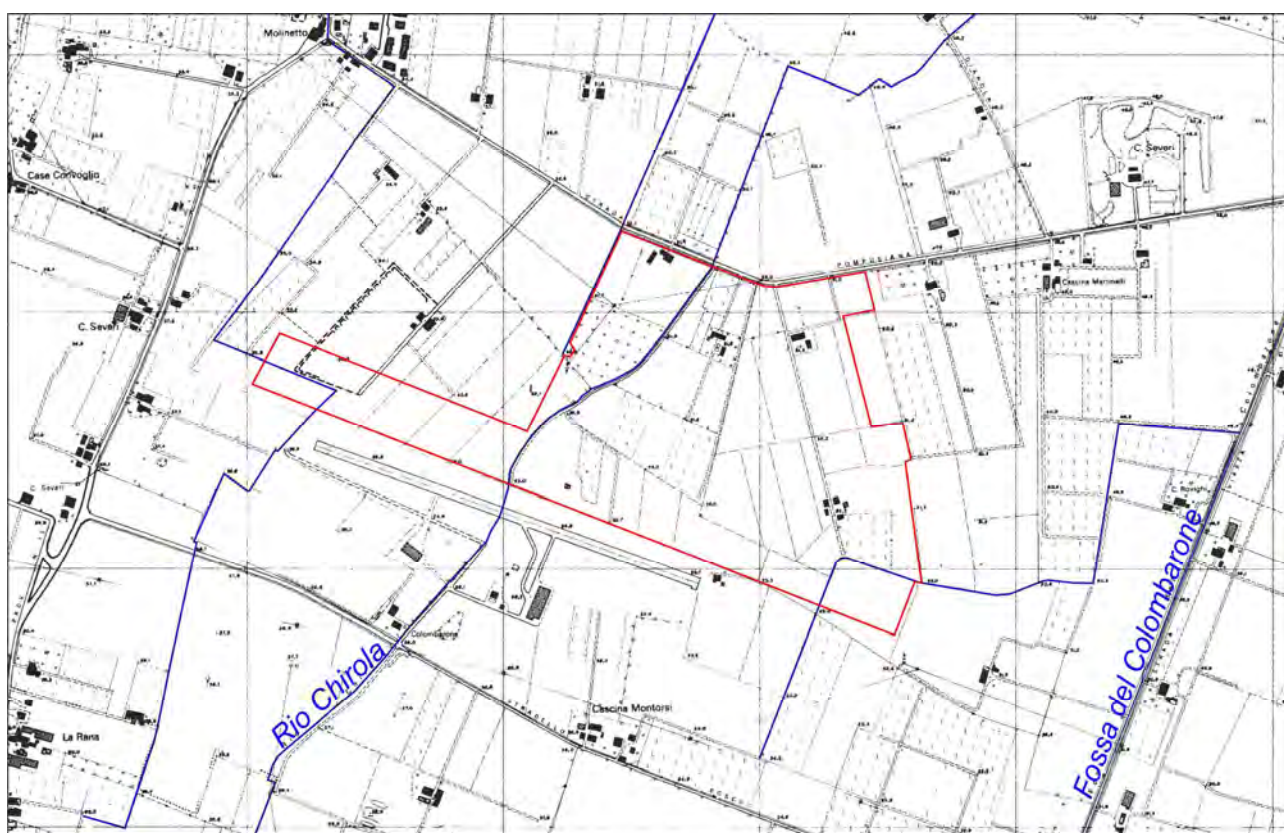
- Depositi archeologici dall'età romana all'epoca moderna affioranti o sepolti a profondità limitata con grado di conservazione modesto, limitatamente agli alzati, per possibili danneggiamenti a causa di attività antropica recente.
- Depositi archeologici dell'età del bronzo e del ferro affioranti o sepolti a profondità limitata con grado di conservazione variabile, dipendente dalla frequenza di strutture sottoscavate e quindi solo in parte sottoposte a possibili danneggiamenti a causa di attività antropica recente.
- Depositi archeologici preistorici sepolti a profondità superiori a 2 m con grado di conservazione buono.



## 1.4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

L'area oggetto di studi è sita nell'Alta Pianura occidentale modenese. Dal punto di vista idrografico, l'area è caratterizzata dalla presenza un fitto e regolare reticolo di canali di scolo ed irrigui, realizzati nel tempo ad opera dell'uomo per lo sfruttamento della risorsa agricola, tra i quali troviamo il Rio Chirola, che attraversa l'area d'interesse in posizione mediana e in direzione sud-nord e il Fosso del Colombarone, ad est del sito in esame (fig. 3.8).

Tutti questi canali appartengono al sistema di scolo di competenza del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale.



**Fig. 3.8:** Canali di scolo ed irrigui presenti presso l'area di interesse.

Dal punto di vista idrogeologico l'area ricade all'interno della cosiddetta "Conoide del Fiume Secchia" (fig. 3.9).



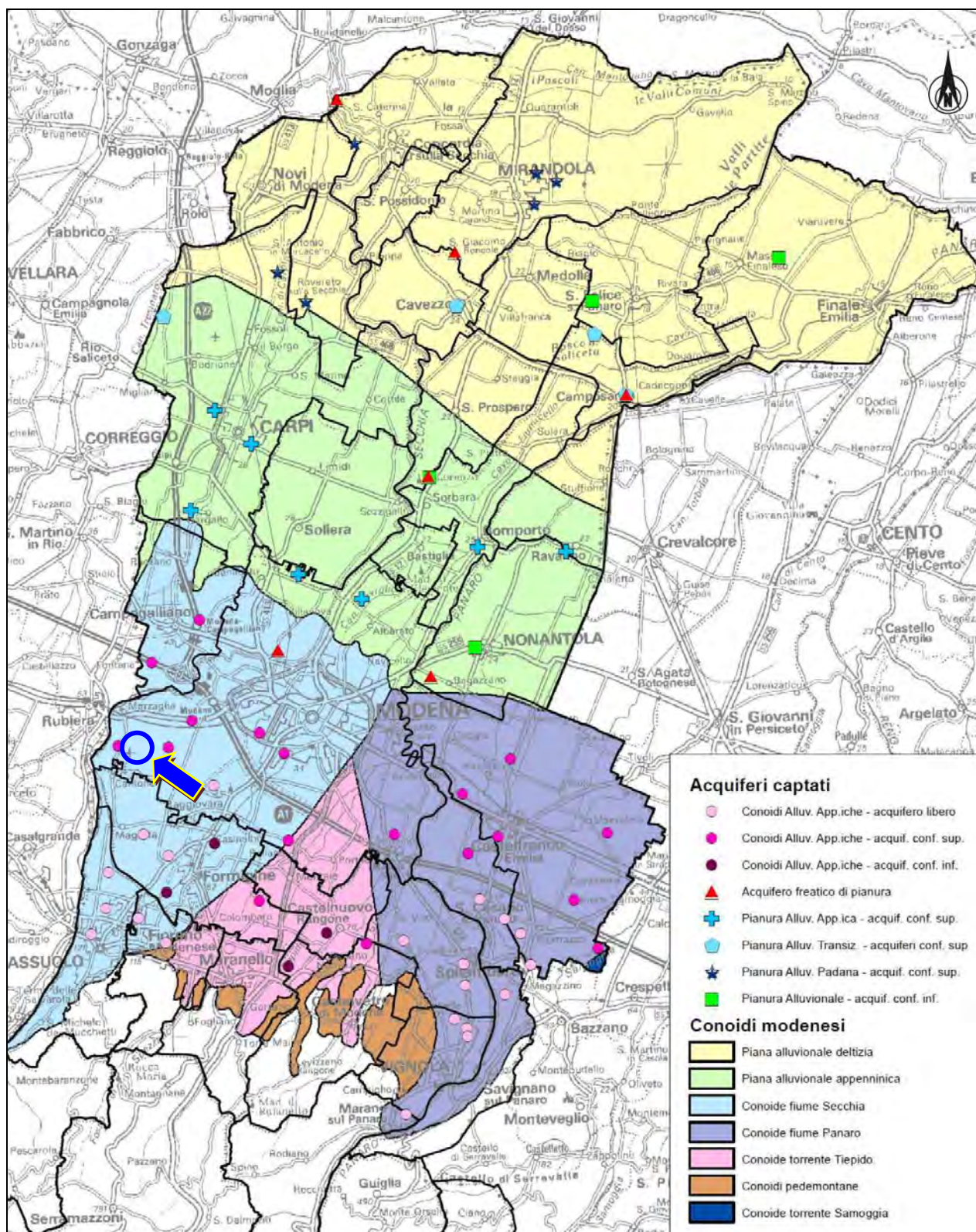


Fig. 3.9: Unità idrogeologiche del territorio della pianura modenese ed ubicazione dell'area di interesse.

Nella Pianura Padana l'acquifero principale, in termini di qualità e quantità di risorsa idrica fruibile, è costituito dalle acque contenute nei livelli ghiaiosi dei corpi alluvionali (conoidi dei Fiumi Secchia e Panaro); di minore importanza gli acquiferi costituiti dalle acque presenti nei livelli sabbiosi delle conoidi dei fiumi minori (conoidi pedemontane e del Torrente Tiepido) e della piana alluvionale

della medio-bassa pianura modenese (rispettivamente piana alluvionale appenninica e piana alluvionale deltizia).

I meccanismi di ricarica dei principali acquiferi del territorio della pianura modenese sono di seguito indicati in ordine di importanza:

- 1) Infiltrazione di acque meteoriche nelle zone collinari e pedecollinari in corrispondenza degli affioramenti impermeabili;
- 2) Infiltrazioni di acque dai corsi superficiali e dai subalvei;
- 3) Interscambi tra differenti livelli di acquiferi tra loro separati da strati semi-impermeabili (fenomeni di drenanza).

Oltre il fronte delle conoidi, all'altezza della via Emilia fino alla direttrice Novellara - Finale Emilia, dunque nell'unità idrogeologica della piana alluvionale appenninica gli acquiferi sono molto profondi e scarsamente alimentati dalla superficie topografica, a causa della ridotta presenza di litotipi permeabili. Conseguentemente le acque sotterranee sono caratterizzate da un potenziale ossido-riduttivo negativo che comporta la conversione delle forme ossidate, quali i Solfati ed i Nitrati, in forme ridotte. Si innescano inoltre processi di dissoluzione e di assorbimento con significative mobilitazioni delle forme ossidate del Ferro e del Manganese allo stato ridotto. Questi acquiferi sono ulteriormente caratterizzati da un elevato contenuto in materia organica e di altri ioni riconducibili alla matrice argillosa fra i quali Fluoro, Boro, Zinco e Arsenico.

Gli acquiferi della piana alluvionale deltizia, come nel caso dell'area studiata, dalla direttrice Novellara - Finale Emilia al fiume Po, sono costituiti da falde in depositi sabbiosi e ghiaiosi del fiume Po. In questo areale, per la presenza della struttura sinclinale sepolta della "Dorsale Ferrarese", il substrato marino pre - pleistocenico è a soli 80 metri dal piano campagna e fortemente condizionante la facies delle acque sotterranee per la risalita delle acque salate marine. Si riscontrano pertanto acque salate del fondo accanto ad acque dolci di alimentazione dal fiume Po, tali da rendere quanto mai problematica la ricerca e lo sfruttamento della risorsa idrica. In questa area è frequente lo sfruttamento degli acquiferi sospesi, di tipo freatico, completamente separati dall'acquifero principale e caratterizzati da acque di scadente qualità.

Nelle zone apicali delle conoidi alluvionali, a ridosso del margine appenninico l'acquifero cosiddetto "principale" presenta falde di tipo freatico. Queste divengono poi di tipo confinato o artesiani man mano che si procede verso nord: nella fascia della media pianura modenese e ancora di più in quella della bassa pianura modenese, come nel caso dell'area studiata, le falde sono molto profonde e sempre in pressione; in superficie è frequente riscontrare livelli acquiferi



sospesi, di natura freatica, completamente separati dall'acquifero principale e dotati di acque scadenti.

L'acquifero "principale" è quello maggiormente sfruttato per i differenti usi (irriguo e industriale, ma non idropotabile): da esso si estraggono, annualmente, diversi milioni di m<sup>3</sup> di acqua, mediante numerosissimi pozzi.

L'assetto idrogeologico dell'area è schematizzato nella sezione geologica riportata in figura 4, tratta dal volume "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna".

La sezione mostra la presenza, sulla verticale, di tre gruppi acquiferi, denominati dall'alto al basso A, B e C, separati fra loro tramite l'interposizione di importanti acquitardi. Ciascun gruppo acquifero a sua volta viene suddiviso in diversi complessi acquiferi e acquitardi, secondo un modello di suddivisione gerarchico per ranghi via via più piccoli sulla base della dimensione e dell'estensione areale dei corpi idrogeologici che li compongono.

Sulla base di alcune loro caratteristiche geometriche, gli acquiferi nel sottosuolo si distinguono in:

- acquifero monostrato (caso in esame): si sviluppa nella zona a ridosso dell'Appennino, dove troviamo un unico acquifero costituito da ghiaie che dalla superficie continuano nel sottosuolo per decine e decine di metri senza soluzione di continuità; tale zona corrisponde alla zona di ricarica degli acquiferi;
- acquifero multistrato: si sviluppa più a nord del precedente dove i corpi di ghiaie e sabbie si separano gli uni dagli altri per la presenza di intercalazioni di terreni più fini (limi e argille) e costituiscono diversi acquiferi, verticalmente sovrapposti.

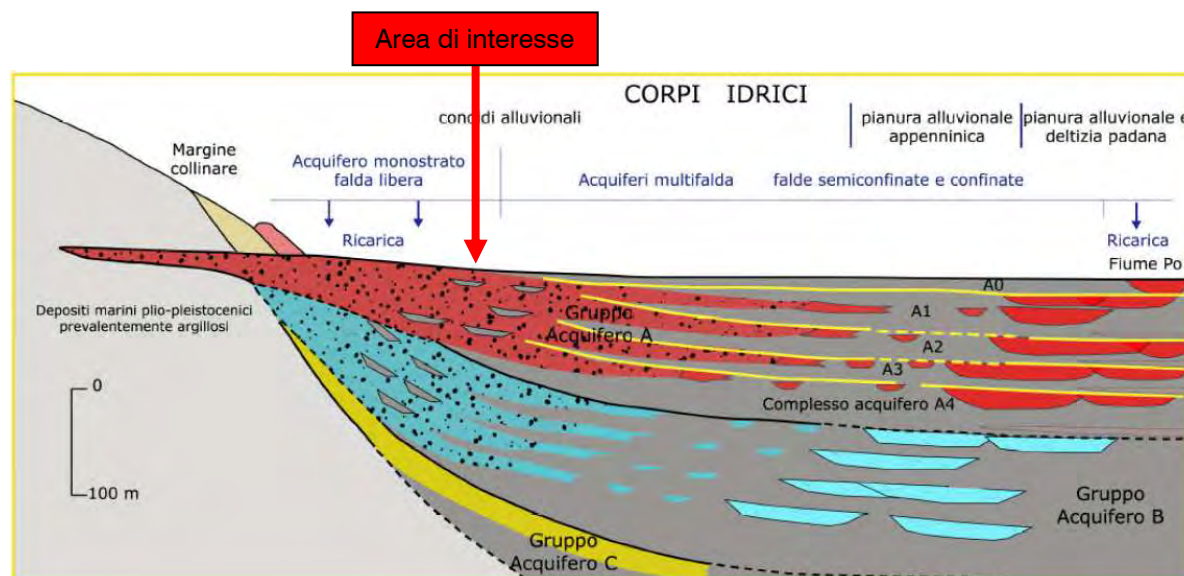


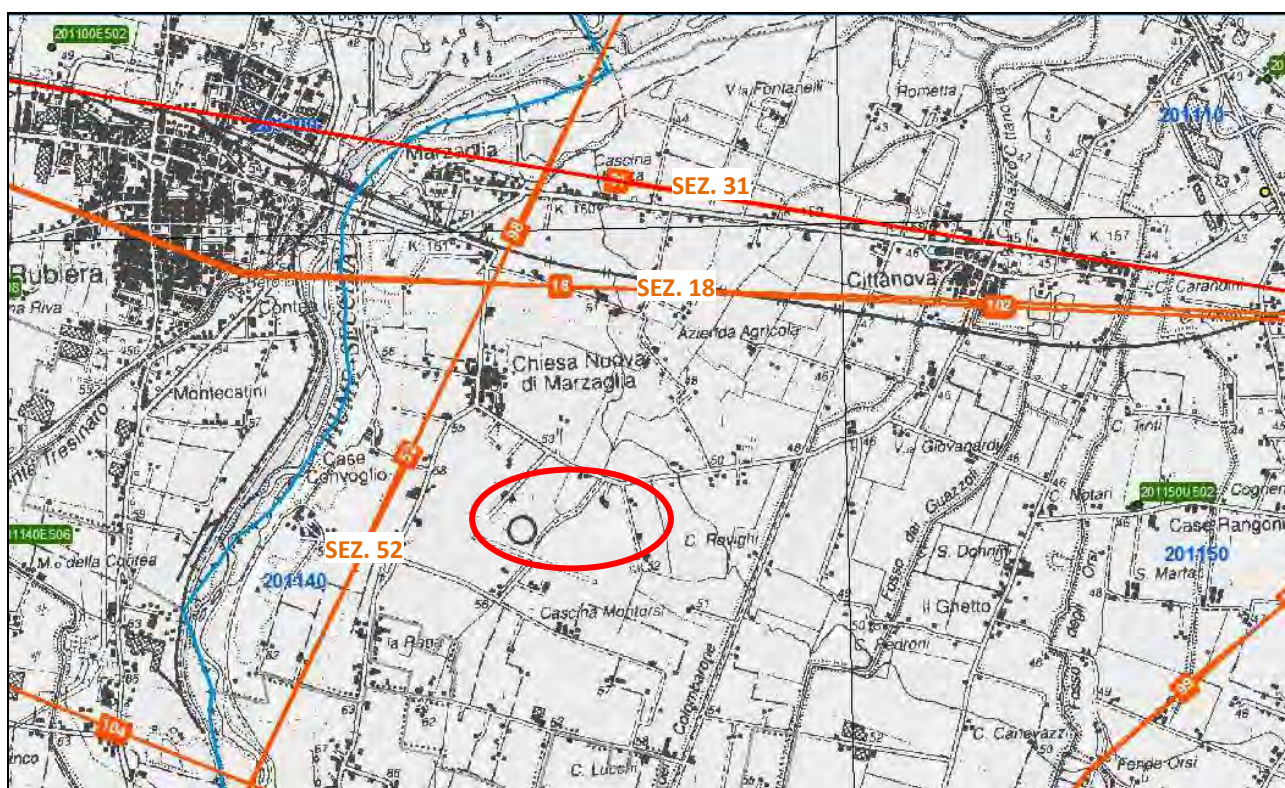
Fig. 4: Distribuzione schematica dei corpi idrici e delle unità idrostratigrafiche nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola e ubicazione dell'area di interesse.

Dove l'acquifero è monostrato, esso è un *acquifero freatico (o libero)*: la falda può, cioè, oscillare liberamente all'interno del deposito permeabile in cui è contenuta e la porzione più alta di questo deposito è insatura (asciutta).



Diversamente, i singoli acquiferi che costituiscono l'acquifero multistrato sono acquiferi in pressione (o confinati): in questo caso l'acqua all'interno dei depositi permeabili è confinata superiormente dalla presenza di depositi impermeabili o poco permeabili (gli acquitardi); l'acquifero è sempre completamente riempito d'acqua sotto pressione e, se perforato, l'acqua salirà all'interno del foro ad una quota più alta del limite superiore dei depositi che la contengono. L'area d'interesse ricade nella fasciatura conoide alluvionale del Fiume Secchia, caratterizzata da un acquifero monostrato.

L'assetto idrogeologico fin'ora descritto viene confermato dalle sezioni idrogeologiche riportate nelle figure seguenti, tratte da "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna", a cura di Eni/Agip, e dal Servizio geologico sismico e dei suoli (Progetto Carg).



**Fig. 4.1:** Traccia delle sezioni geologiche e idrostratigrafiche considerate ed ubicazione dell'area di interesse (cerchio rosso).

Le sezioni mostrano la presenza di un corpo acquifero piuttosto superficiale (colore nocciola chiaro), denominato acquifero del Gruppo A1. Per quanto riguarda il chimismo delle acque di falda, nel Gruppo acquifero A la maggior parte delle acque ricade nella zona del tipo bicarbonato calcico; nel sottostante Gruppo acquifero B sono state riconosciute invece acque solfato-calciche. Per quanto riguarda il chimismo delle acque del Gruppo acquifero C, infine, non è possibile trarre conclusioni definitive a causa della scarsità di dati.

Nelle figure 4.5, 4.6 e 4.7 è riportato il livello piezometrico (m s.l.m.) riferito rispettivamente all'anno 2009, 2012 e 2016 (tratto da "Rapporto sullo stato delle acque sotterranee nella provincia

di Modena”, a cura di ARPA): in corrispondenza dell’area studiata il livello piezometrico si attesta alla quota di 30.0/40.0 m s.l.m.; corrispondente a circa -12.00/-22.00 m da p.c., essendo l’area di interesse ad una quota topografica media di 52 m s.l.m.

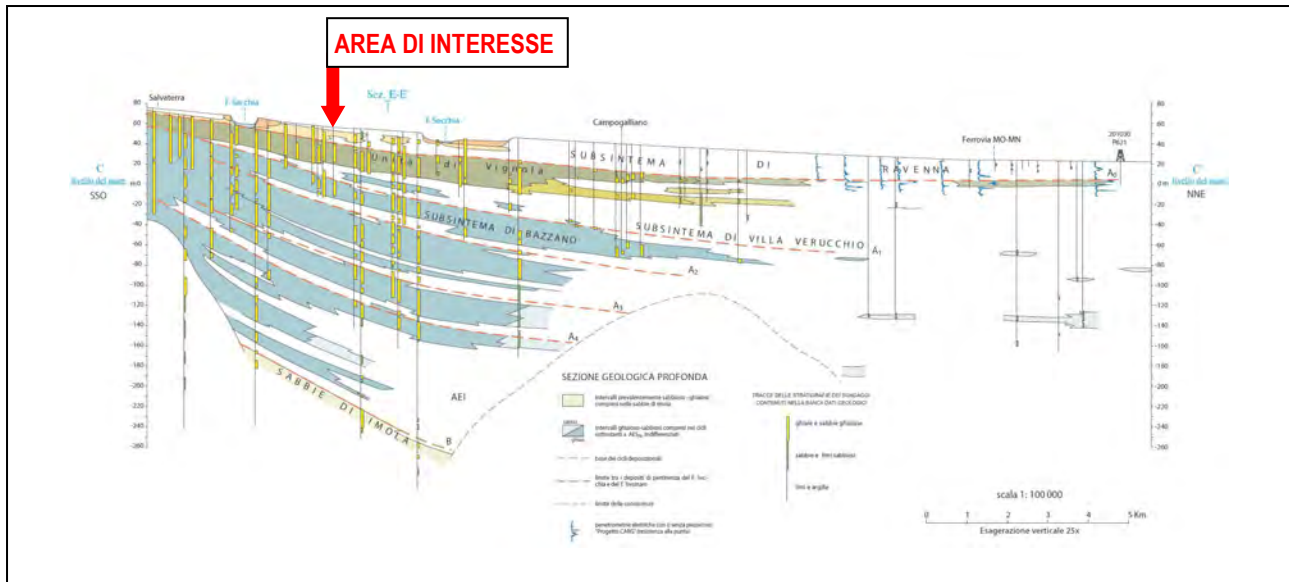


Fig. 4.2: Sezione idrostratigrafica n°52.

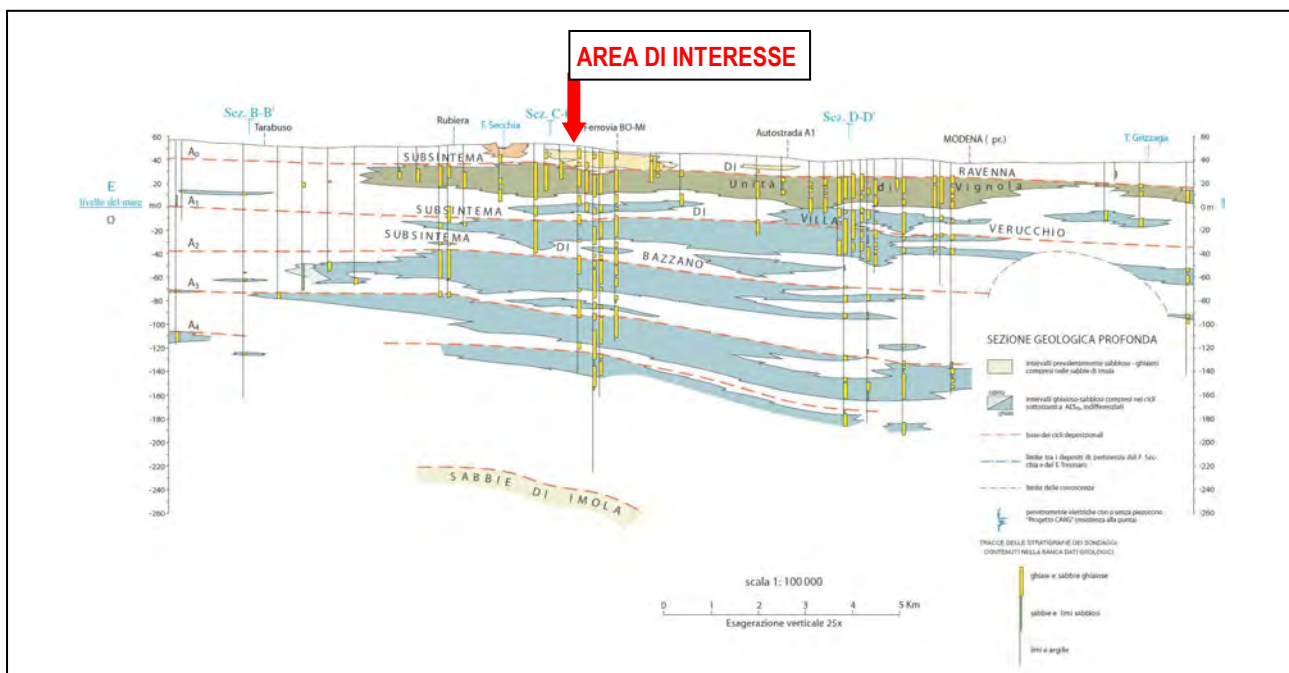


Fig. 4.3: Sezione idrostratigrafica n°18.



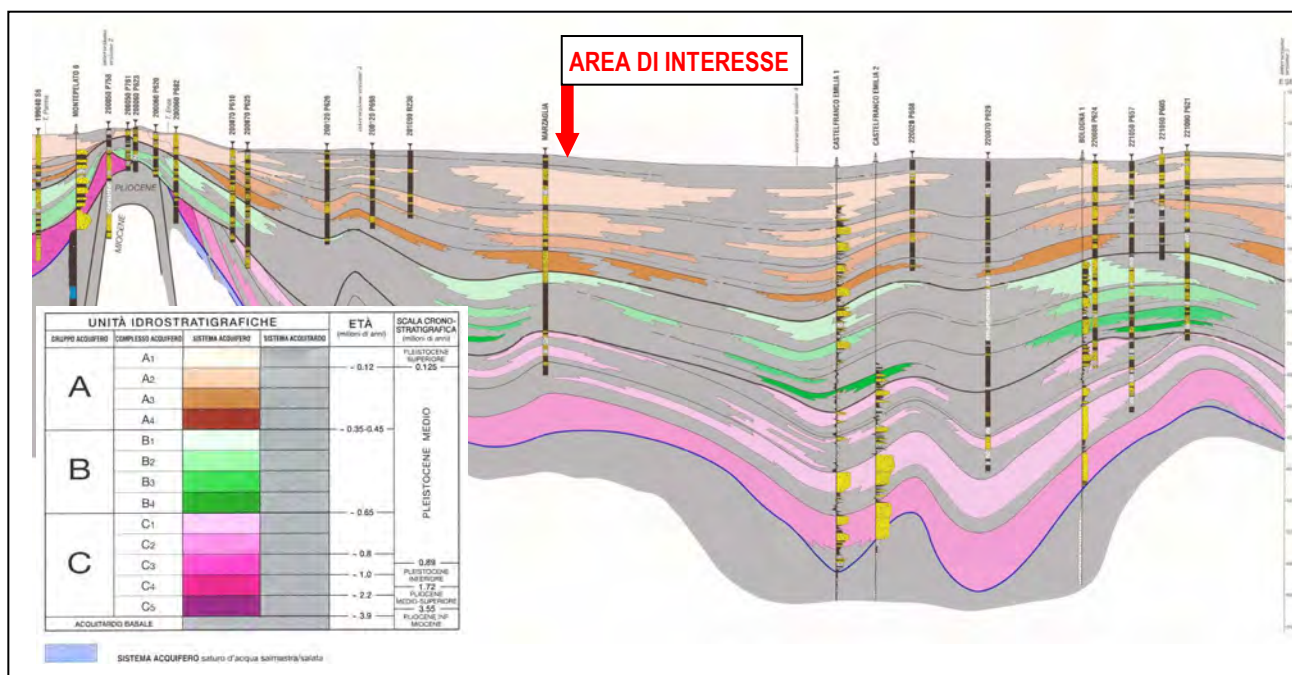


Fig. 4.4: Sezione idrostratigrafica n°31.

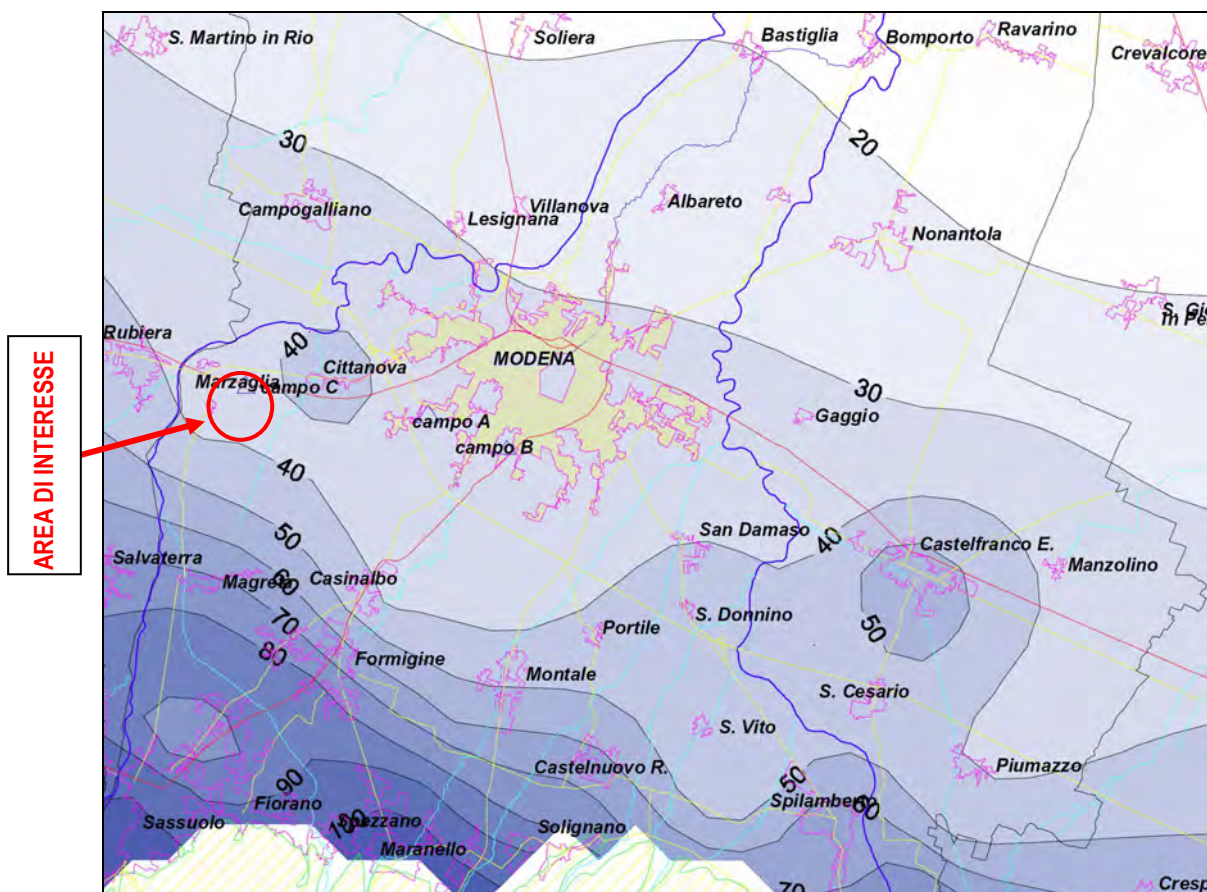


Fig. 4.5: Carta del livello piezometrico - anno 2009. Tratta da "Rapporto sullo stato delle acque sotterranee nella provincia di Modena", a cura di ARPA, ed andamento presunto dell'andamento della falda.



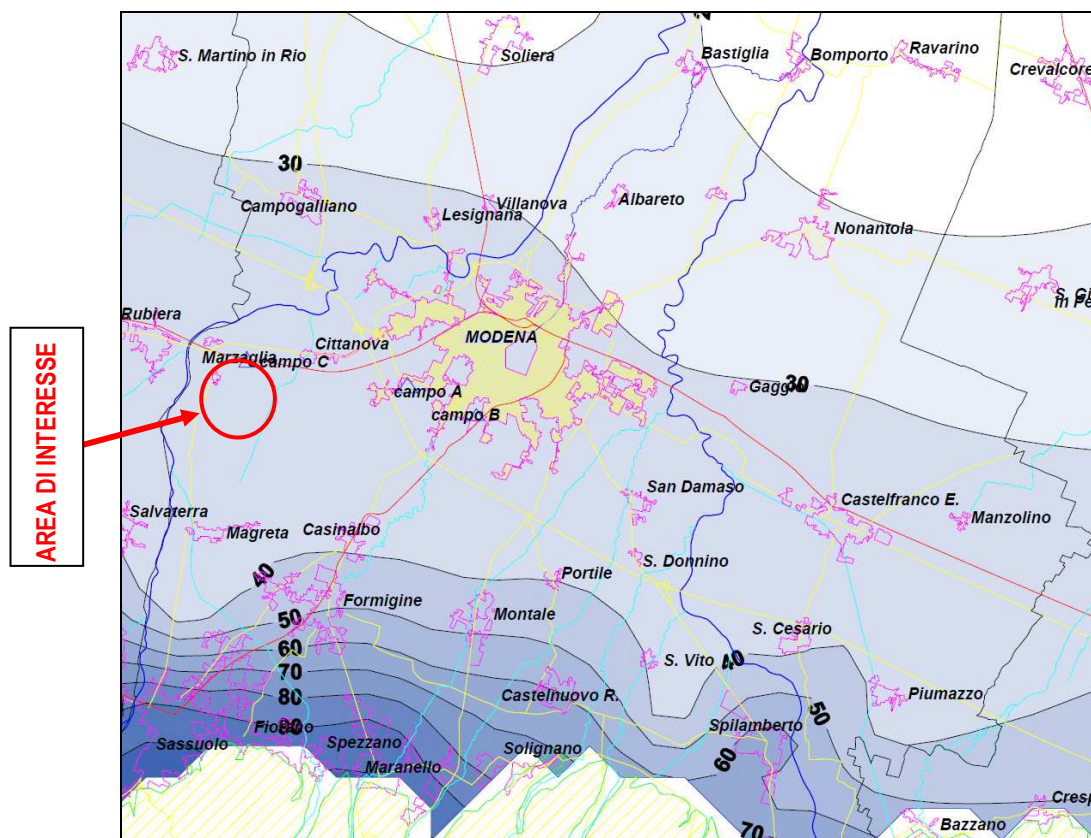
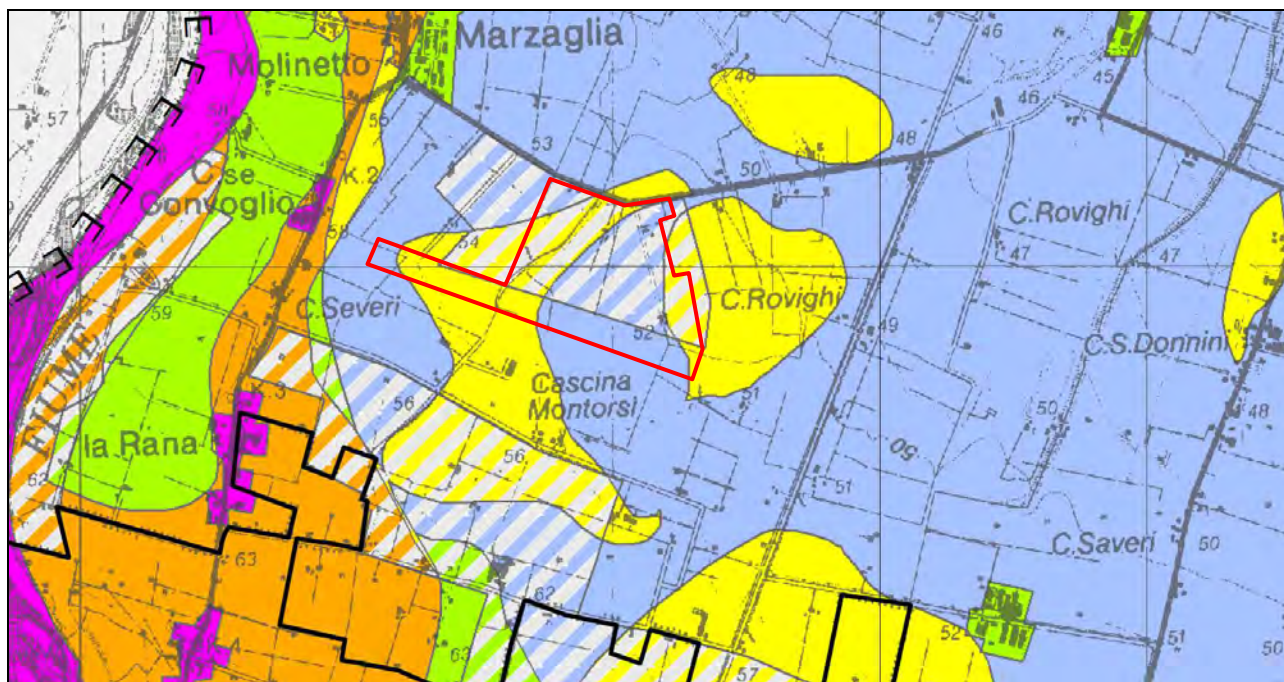


Fig. 4.6: Carta del livello piezometrico (m s.l.m.) – anno 2012. Tratta da “Rapporto sullo stato delle acque sotterranee nella provincia di Modena”, a cura di ARPA, ed andamento presunto dell’andamento della falda.

Per quanto riguarda la vulnerabilità degli acquiferi all’inquinamento, ovvero la possibilità di penetrazione e di propagazione di inquinanti provenienti dalla superficie nei serbatoi naturali ospitanti la falda, si fa riferimento al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Modena. Nel PTCP è stata infatti definita una “zonazione qualitativa del territorio provinciale” per aree omogenee, in funzione del grado di vulnerabilità degli acquiferi (molto basso, basso, medio, elevato ed estremamente elevato).

In particolare dalla consultazione della Figura 4.7 “Carta della vulnerabilità dell’acquifero all’inquinamento”, tratta dal PTCP 2009 della Provincia di Modena - CARTE 3 Carte di vulnerabilità ambientale - 3.1 Rischio inquinamento acque: vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale (Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2008, Approvato con D.C.P. n. 46 del 18/03/2009), risulta che l’area in esame è caratterizzata da un grado di vulnerabilità da BB = MOLTO BASSO a A = MOLTO ALTO.



* GRADO DI VULNERABILITA'						LITOLOGIA SUPERFICIE	PROFONDITA' TETTO GHIAIE E SABBIE	CARATTERISTICHE ACQUIFERO	CAPACITA' ATTENUAZIONE SUOLO
EE	E	A	M	B	BB				
						- Zona di MEDIA PIANURA: Area caratterizzata da assenza di acquiferi significativi, nella quale sono presenti livelli di ghiaia solamente al di sotto dei 100 m di profondità* e di sabbia al di sotto dei 25 m di profondità*			
						(**) Paleoalvei recenti e depositi di rotta, sede di acquiferi sospesi.			
						limo	> 100	libero	AM
						sabbia	> 100	libero	AM
						limo	> 100	libero	B
						sabbia	> 100	libero	B
						argilla	> 10	libero/confinato	AM
						limo	> 10	libero/confinato	A
						argilla e/o limo	< 10	confinato	A
						argilla	> 10	libero/confinato	B
						argilla e/o limo	< 10	libero	AM
						limo	> 10	libero/confinato	MB
						argilla e/o limo	< 10	confinato	MB
						sabbia e/o ghiaia	> 10	confinato	A
						argilla e/o limo	< 10	libero	B
						sabbia e/o ghiaia	> 10	libero	AM
						sabbia e/o ghiaia	> 10	confinato	MB
						sabbia e/o ghiaia	< 10	confinato	AM
						sabbia e/o ghiaia	< 10	libero	AM
						sabbia e/o ghiaia	< 10	libero	B
						sabbia e/o ghiaia	< 10	libero	B
						sabbia e/o ghiaia	> 10	libero	B
						sabbia e/o ghiaia	< 10	libero	B
						Alvei fluviali disperdenti			

\* EE = Estremamente Elavato E = Elevato A = Alto M = Medio B = Basso BB = Molto Basso

**Fig. 4.7:** Carta della vulnerabilità dell'acquifero, tratta dal PTC 2009 della Provincia di Modena - CARTE 3 Carte di vulnerabilità ambientale - 3.1 Rischio inquinamento acque: vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale (Adottato con D.C.P. n.112 del 22/07/2008, Approvato con D.C.P. n. 46 del 18/03/2009).



## 2 INDAGINI GEOGNOSTICHE

In relazione alla litologia presente nell'area e in base alla tipologia di intervento in progetto in data 15-16/01/2020 e 4/03/2020 è stata eseguita la seguente campagna di indagini geognostiche:

*n. 14 prove penetrometriche statiche CPT*

*n. 5 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti DPSH*



**Fig. 4.8:** Ubicazione indagini geognostiche eseguite nell'area di interesse nel 2020.

Inoltre nel 2006 era già stata eseguita una campagna di indagini geognostiche così espletata:

*n. 7 prove penetrometriche statiche CPT*

*n. 2 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti DPSH*

*n. 1 sondaggio a carotaggio continuo*



**Fig. 4.9:** Ubicazione indagini geognostiche eseguite nell'area di interesse nel 2006.

I risultati delle suddette indagini sono riportati negli appositi allegati, mentre l'ubicazione è illustrata nella **tav. n. 5** e nelle **figure 4.8 e 4.9**.

## 2.1 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PUNTA MECCANICA CPT

Nell'area di interesse sono state eseguite in totale, tra il 2006 e il 2020, **n. 21 prove penetrometriche statiche CPT**, spinte rispettivamente fino alle profondità riportate nella seguente tabella:

2020		2006	
CPT n.	Profondità da p.c. (m)	CPT n.	Profondità da p.c. (m)
1	12.80	1	9.40
2	8.60	2	8.40
3	12.00	3	2.00
4	9.40	4	2.60
5	8.40	5	1.80
6	8.00	6	8.60
7	10.60	7	13.80
9bis	2.80		
10	2.00		
11	2.00		
12	1.80		
13	3.20		
14	13.80		
15	9.00		

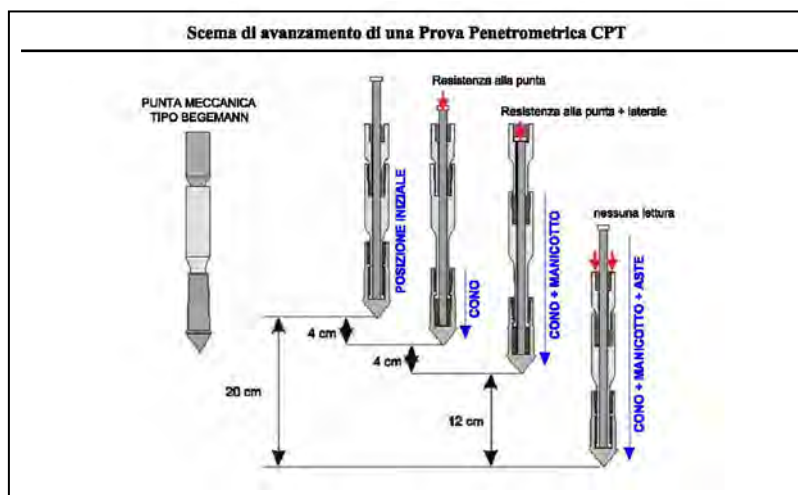
Nell'Allegato n. 1 sono riportati i grafici e le tabelle riguardanti le prove eseguite, corredati dell'elaborazione geotecnica e litostratigrafica. Lo strumento impiegato per eseguire le prove è un penetrometro ad infissione statica le cui caratteristiche tecniche sono riassunte nella seguente tabella:

<i>Punta meccanica</i>	Begemann
<i>Spinta</i>	100 kN
<i>Intervalli di misura</i>	20 cm
<i>Parametri registrati</i>	Rp (resistenza alla punta)
	RI (resistenza attrito laterale)
<i>Area punta</i>	10 cm <sup>2</sup>
<i>Angolo alla punta</i>	60°

La prova penetrometrica statica CPT (Cone Penetration Test) viene realizzata infiggendo nel terreno, alla velocità di 2 cm/sec, la punta meccanica Begemann (**Fig. 5**). La punta presenta alla sua estremità inferiore un cono avente un angolo al vertice di 60°, un diametro alla base di 36 mm e quindi un area di base di 10 cm<sup>2</sup>. Esso supporta lungo il suo stelo un manicotto d'attrito, la cui superficie laterale è di 150 cm<sup>2</sup>. I valori degli sforzi di reazione che il suolo oppone alla penetrazione della punta, allo scorrimento del manicotto laterale e l'avanzamento dell'insieme punta più aste, verranno registrati ogni 20 cm di avanzamento in profondità.

L'esecuzione della prova avviene tramite il seguente schema di avanzamento (**Fig. 5**):





**Fig.5:** Punta meccanica tipo Begemann e schema di avanzamento.

- 1) posizione di riposo con punta completamente chiusa;
- 2) spinta esercitata sulle aste interne con avanzamento di 4 cm del solo cono; visualizzazione dello sforzo di punta ( $R_p$ );
- 3) spinta esercitata sulle aste interne con avanzamento di 4 cm di cono + manicotto; visualizzazione dello sforzo di punta + attrito laterale ( $R_l$ );
- 4) spinta esercitata sulle aste esterne con avanzamento di 12 cm e ritorno alla posizione di riposo con punta completamente chiusa; visualizzazione dello sforzo di punta + attrito + attrito della batteria di aste ( $R_t$ ).



**Fig. 5.1:** Penetrometro utilizzato per eseguire le prove penetrometriche nell'area di interesse.

Nella fase d'avanzamento in cui viene letta la resistenza alla punta, il display restituisce automaticamente il carico unitario di resistenza ( $R_p$ ) tenuto conto della superficie di infissione di circa 10 cm<sup>2</sup>. Nella fase di avanzamento in cui viene letta la somma delle resistenze alla punta ed al manicotto di frizione il display visualizza il carico assoluto espresso in kg diviso per 10 ( $R_l$ ).

Ad ogni profondità di misura (x), i valori reali della resistenza alla penetrazione della punta “qc” e dell’attrito laterale locale “fs” possono essere calcolati tramite le seguenti formule:

$$q_c(x) = R_p(x) \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

dove:

AP (Area Punta) = 10 cm<sup>2</sup>

AM (Area Manicotto Laterale) = 150 cm<sup>2</sup>

$$f_s(X) = (R_l(x+1) - R_p(x+1)) \cdot (AP/AM) = (R_l(x+1) - R_p(x+1)) / 15$$

La particolare punta utilizzata per la perforazione Friction Jacket Cone è servita a determinare, oltre al carico di rottura, anche la litologia dei terreni investigati: dal rapporto tra la resistenza penetrometrica alla punta e la resistenza laterale locale è infatti possibile risalire, attraverso l’esperienza di Begemann, modificata da Schmertmann (di seguito descritti), alla granulometria, e di conseguenza alla litologia, dei terreni attraversati dall’indagine.

#### Metodo di Begemann:

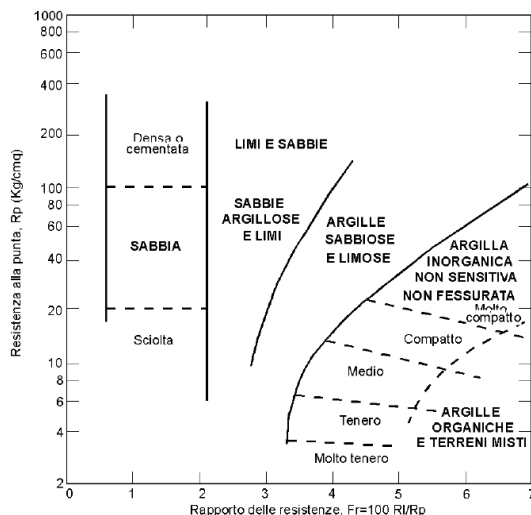
Il metodo di BEGEMANN considera il rapporto tra  $R_p$  e  $R_l$  come parametro indicativo delle variazioni litologiche. In particolare l’Autore suggerisce le seguenti correlazioni:

Rapporto $R_p/R_l$	Litologia
$R_p/R_l < 15$	Argilla organica e torba
$15 < R_p/R_l < 20$	Limo e/o argilla inorganica
$30 < R_p/R_l < 60$	Limo sabbioso e sabbia limosa
$R_p/R_l > 60$	Sabbie o sabbia più ghiaia

Va ricordato che tali correlazioni sono valide solo per terreni immersi in falda.

#### Metodo di Schmertmann:

Il metodo di SCHMERTMANN considera come indicativo della litologia della verticale indagata il rapporto delle resistenze  $Fr$  (con  $Fr\% = 100 R_l/R_p$ ), secondo il grafico seguente:





## 2.2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPER PESANTI DPSH

Nell'area di interesse sono state eseguite in totale, tra il 2006 e il 2020, **n.7 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti DPSH** spinte rispettivamente fino alle profondità riportate nella seguente tabella:

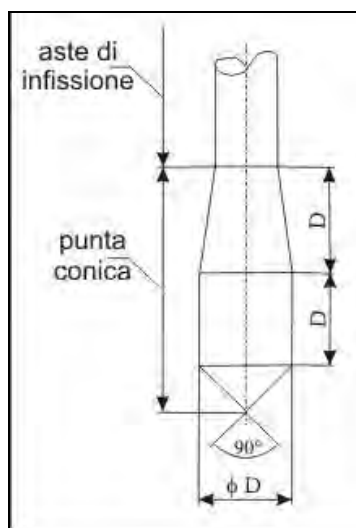
2020		2006	
DPSH n.	Profondità da p.c. (m)	DPSH n.	Profondità da p.c. (m)
1	4.00	8	6.40
2	4.00	9	6.20
3	4.00		
4	3.80		
13	10.60		

Nell'allegato n. 1 sono riportati i grafici e le tabelle riguardanti le prove eseguite, corredati dell'elaborazione geotecnica e litostratigrafica. Le caratteristiche tecniche dello strumento impiegato sono le seguenti:

CARATTERISTICHE:	PENETROMETRO DINAMICO SUPER-PESANTE DPSH
Massa del maglio (kg):	63.5 ± 0.5
Altezza di caduta (cm):	75 ± 0.2
Diametro della punta (cm):	50.5 ± 0.05
Area della punta nominale (cm <sup>2</sup> ):	20
Apertura del cono:	90°
Diametro delle aste (cm) D:	3.2 ± 0.03
Peso del sistema di infissione, escluso il maglio (kg):	30
Penetrazione standard (cm):	20 (N10)

La prova dinamica consiste nell'infiggere una punta di acciaio posta all'estremità di una batteria di aste, mediante la caduta di un maglio da un'altezza costante e nel misurare il numero di colpi necessari a produrre avanzamenti delle aste e della punta stessa di una lunghezza prefissata nel terreno. Tale prova penetrometrica dinamica misura in continuo la resistenza alla penetrazione della punta conica e, in particolare, fornisce una valutazione qualitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati. Esistono numerosi penetrometri in commercio che si differenziano principalmente sulla base del diverso peso del maglio, dell'altezza di caduta, del diametro e della forma della punta e dello step di approfondimento.

All'estremità inferiore della batteria di aste è collocata la punta conica, che può essere di due tipi: fissa, e quindi recuperabile al termine dell'indagine, oppure "a perdere" che quindi, alla estrazione delle aste, rimane nel terreno. Nella successiva figura è rappresentato lo schema della punta conica fissa:



**Fig. 5.2:** Schema della punta conica.

Ulteriori specifiche tecniche dell'attrezzatura di prova sono illustrate in allegato.

Per le prove dinamiche eseguite è stato realizzato un modello grafico in cui sono riportati: il numero dei colpi, la profondità in metri (misure ricavate ogni cm. 20 di avanzamento del sondaggio) e la resistenza dinamica alla punta  $R_{pd}$  in  $\text{Kg/cm}^2$  calcolata attraverso la "Formula olandese":

$$R_{pd} = M_2 * H / [A * e (M+P)] = M_2 * H * N / [A * \delta (M+P)]$$

Dove:

$R_{pd}$  = Resistenza dinamica punta ( $\text{Kg/cm}^2$ );

$A$  = area della punta ( $\text{cm}^2$ );

$M$  = massa battente (kg);

$H$  = altezza di caduta;

$P$  = massa totale aste e sistema di battuta;

$e$  = infissione per colpo =  $\delta / N$ .

## 2.3 ANALISI DI LABORATORIO DI GEOTECNICA

Allo scopo di valutare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione dell'area oggetto di studi, nel corso delle indagini geognostiche, sono stati prelevati, mediante escavatore meccanico e trivella, n. 6 campioni di terreno alle profondità elencate nella seguente tabella:

Sondaggio	Campione	Profondità (m) da p.c.	Strato
1	1	-1.50/-2.00	Terreno naturale
5	1	-0.30/-1.00	Terreno naturale
13	2	-1.20/-1.40	Terreno naturale
24	1	-0.30/-1.00	Terreno naturale
27	1	-0.50/-1.00	Terreno naturale
T	1	-0.50/-1.00	Terreno naturale



**Ubicazione prelievo campioni**

Su ciascun campione di terreno sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio di geotecnica (riportate nell'allegato n. 4):

- analisi granulometrica (AGI 1994; ASTM D421-02, ASTM D422-02)
- determinazione del contenuto di umidità naturale (ASTM D 2216 – 98; ASTM D 2974 - 00)
- limite di consistenza di atterberg (astm d 4318-00 e astm d 4943-02)

### **ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (AGI 1994, ASTM D421-02, ASTM D422-02)**

La seguente tipologia di indagine, permette di determinare la distribuzione delle dimensioni delle particelle che compongono un campione di terreno e di stabilire le percentuali in peso delle varie frazioni che rientrano entro limiti prefissati (frazioni granulometriche). I metodi utilizzati per ottenere le varie frazioni granulometriche sono principalmente due: la setacciatura e l'aerometria. L'analisi granulometrica mediante setacci con caratteristiche standardizzate è limitata alla frazione grossolana di un terreno, cioè alla percentuale trattenuta dal setaccio di luce 0.075 mm; lo strumento consiste in una serie di setacci incolonnati uno sopra l'altro, in modo tale che la luce delle maglie diminuisca dall'alto verso il basso. Per il materiale passante al setaccio inferiore, ovvero quello con luce più piccola (0.075 mm), si ricorre all'analisi per sedimentazione o aerometria. Quest'ultima tecnica viene effettuata se la parte di terreno con diametro inferiore a 0.075 mm è presente in percentuale superiore al 10%. La prova si basa sulla legge di Stokes, che permette di calcolare la velocità di sedimentazione di una particella sferica di cui si conosca il peso specifico, in un fluido di densità, viscosità e temperatura note. Il campione da analizzare



viene prima di tutto trattato con acqua ossigenata, per eliminare il materiale organico, e con acido cloridrico, per disciogliere il carbonato di calcio; dopodiché viene inserito in una soluzione di acqua bidistillata ed esametafosfato di sodio al fine di evitare il processo di flocculazione, che accelererebbe la sedimentazione rendendo così inadeguata l'applicazione della Legge di Stokes. Dopo aver agitato il tutto, si può dare inizio alla prova. Ad intervalli di tempo stabiliti in base alla temperatura della soluzione, si prelevano dei campioni di terreno ad una certa profondità e, dopo averli essiccati, per ognuno di essi si calcola il peso: alla fine di un intervallo di tempo "t", le particelle con velocità di sedimentazione maggiore di "h/t" si troveranno a profondità maggiori di "h", mentre quelle con velocità minore di "h/t", dopo il tempo "t" si troveranno ad una profondità minore di "h", di conseguenza, queste ultime, alla profondità "h" avranno ancora la loro concentrazione originale. Prelevato il primo campione, si lascia trascorrere un periodo di tempo "t2", dopodiché si preleva il secondo campione, sempre alla profondità "h": quest'ultimo campione conterrà un residuo minore del precedente di una quantità uguale al peso del materiale con velocità di sedimentazione intermedia alle due scelte ("h/t" e "h/t2"). I risultati sono stati diagrammati in scala semilogaritmica, riportando in ascissa il diametro delle particelle e in ordinata le percentuali in peso delle particelle.

CAMPIONE	PROFONDITÀ -1.50 m / -2.00 m da p.c.			
S1C1	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	<b>41.6 %</b>	<b>54.6 %</b>	<b>3.8 %</b>	<b>0.0 %</b>
	Denominazione AGI: <b>Limo con argilla debolmente sabbioso-ghiaioso</b>			
S5C1	PROFONDITÀ -0.30 m / -1.00 m da p.c.			
	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	<b>39.6 %</b>	<b>50.0 %</b>	<b>10.4 %</b>	<b>0.0 %</b>
	Denominazione AGI: <b>Limo con argilla debolmente sabbioso-ghiaioso</b>			
S13C2	PROFONDITÀ -1.20 m / -1.40 m da p.c.			
	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	<b>0.8 %</b>	<b>2.3 %</b>	<b>9.7 %</b>	<b>87.2 %</b>
	Denominazione AGI: <b>Ghiaia debolmente sabbiosa, limoso-argillosa</b>			
S24C1	PROFONDITÀ -0.30 m / -1.00 m da p.c.			
	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	<b>43.9 %</b>	<b>43.8 %</b>	<b>12.3 %</b>	<b>0.0 %</b>
	Denominazione AGI: <b>Argilla con limo debolmente sabbiosa</b>			
S27C1	PROFONDITÀ -0.50 m / -1.00 m da p.c.			
	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	<b>27.1 %</b>	<b>45.6 %</b>	<b>27.3 %</b>	<b>0.0 %</b>
	Denominazione AGI: <b>Limo con argilla e sabbia</b>			
TC1	PROFONDITÀ -0.50 m / -1.00 m da p.c.			
	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	<b>28.5 %</b>	<b>41.5 %</b>	<b>30.0 %</b>	<b>0.0 %</b>
	Denominazione AGI: <b>Limo con argilla e sabbia</b>			

## CONTENUTO DI UMIDITÀ NATURALE (ASTM D 2216 – 98; ASTM D 2974 - 00)

Sui campioni di terreno disturbato sono state inoltre determinate le caratteristiche fisiche naturali e precisamente: il valore di umidità naturale. Il contenuto in acqua o umidità di un terreno è definito dal rapporto tra il peso dell'acqua contenuta nei pori  $P_w$  e il peso della materia secca  $P_s$ , cioè dei suoi granuli. Viene indicato col simbolo  $w$  % e si esprime in percentuale:

$$w = P_w / P_s \times 100$$

Il contenuto in acqua è una delle più importanti caratteristiche dei terreni, poiché ne definisce lo stato di consolidamento e quindi la resistenza di coesione. I valori ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

Campione	Umidità naturale $w$ (%)
S1C1	25.6
S5C1	20.8
S24C1	19.9
S27C1	15.7
TC1	16.2

## LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG (ASTM D 4318-00 E ASTM D 4943-02)

I limiti di Atterberg, eseguiti su tutti i campioni prelevati, definiscono i contenuti di acqua dei campioni determinati in laboratorio, con procedure standardizzate che rappresentano adeguatamente i passaggi critici di comportamento del terreno al variare del contenuto d'acqua. Il campione passa dallo stato solido a semisolido a quello plastico e infine a quello liquido. A queste variazioni continue di stato possiamo abbinare una variazione della risposta deformazionale del terreno. Il contenuto d'acqua che separa il passaggio dal semisolido al plastico è detto **limite plastico WP**, quello dallo stato plastico al liquido è detto **limite liquido WL** e quello dalla fase solida a semisolido è detto **limite di ritiro Ws**. La differenza tra il limite liquido WL e il limite plastico WP è detto **indice di plasticità IP** e indica il campo di contenuto d'acqua nel quale il terreno è allo stato plastico.

CAMPIONE	PROFONDITÀ	WL (%)	WP (%)	IP (%)	IC	CLASSIFICAZIONE USCS
S1C1	1.50 - 2.00 m da p.c.	54.2	28.5	25.7	1.11	Argille inorganiche ad alta compressibilità
S5C1	0.30 - 1.00 m da p.c.	43.2	26.6	16.6	1.35	Limi inorganici, argille e limi organici a media compressibilità
S24C1	0.30 - 1.00 m da p.c.	51.9	30.3	21.6	1.48	Limi inorganici, argille e limi organici ad alta compressibilità
S27C1	0.50 - 1.00 m da p.c.	38.7	Non plastico	--	--	--
TC1	0.50 - 1.00 m da p.c.	39.9	Non plastico	--	--	--

L'indice plastico IP definisce il grado di plasticità di un terreno e la tabella sotto esposta, indica i limiti dei diversi gradi di plasticità:

Ip	Grado di plasticità
0-5	Terreno non plastico
5-15	Terreno poco plastico
15-40	Terreno plastico
> 40	Terreno molto plastico

**Definizione del grado di plasticità attraverso l'indice di plasticità IP**

### **Indice di Plasticità $I_p$ – Grado di plasticità**

Campione (Profondità in m da p.c.)	Ip
<b>S1C1</b> (-1.50/-2.00)	<b>25.7</b> (Terreno plastico)
<b>S5C1</b> (-0.30/-1.00)	<b>16.6</b> (Terreno plastico)
<b>S24C1</b> (-0.30/-1.00)	<b>21.6</b> (Terreno plastico)

Questi indici che mettono in relazione il contenuto d'acqua naturale con WL e WP, costituiscono un parametro importante per spiegare il comportamento dei depositi coesivi. Nella seguente tabella è indicata la consistenza del terreno al variare dell'indice di consistenza IC:

IC	Consistenza
<0	Fluida
0 – 0.25	Fluido-plastica
0.25 – 0.5	Molle-plastica
0.5 – 0.75	Plastica
0.75 – 1	Solido-plastica
>1	Semisolida

**Classificazione della consistenza del terreno al variare di IC**

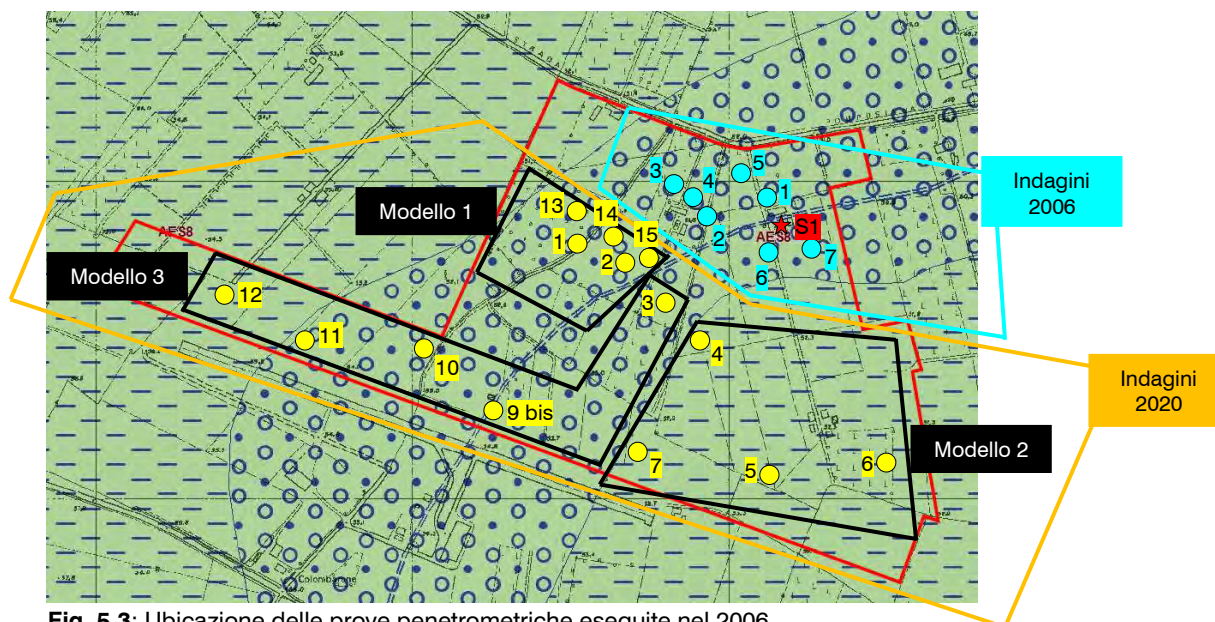
### **Indice di Consistenza IC – Consistenza**

Campione (Profondità in metri da p.c.)	Ic
<b>S1C1</b> (-1.50/-2.00)	1.11 (Consistenza semisolida)
<b>S5C1</b> (-0.30/-1.00)	1.35 (Consistenza semisolida)
<b>S24C1</b> (-0.30/-1.00)	1.48 (Consistenza semisolida)



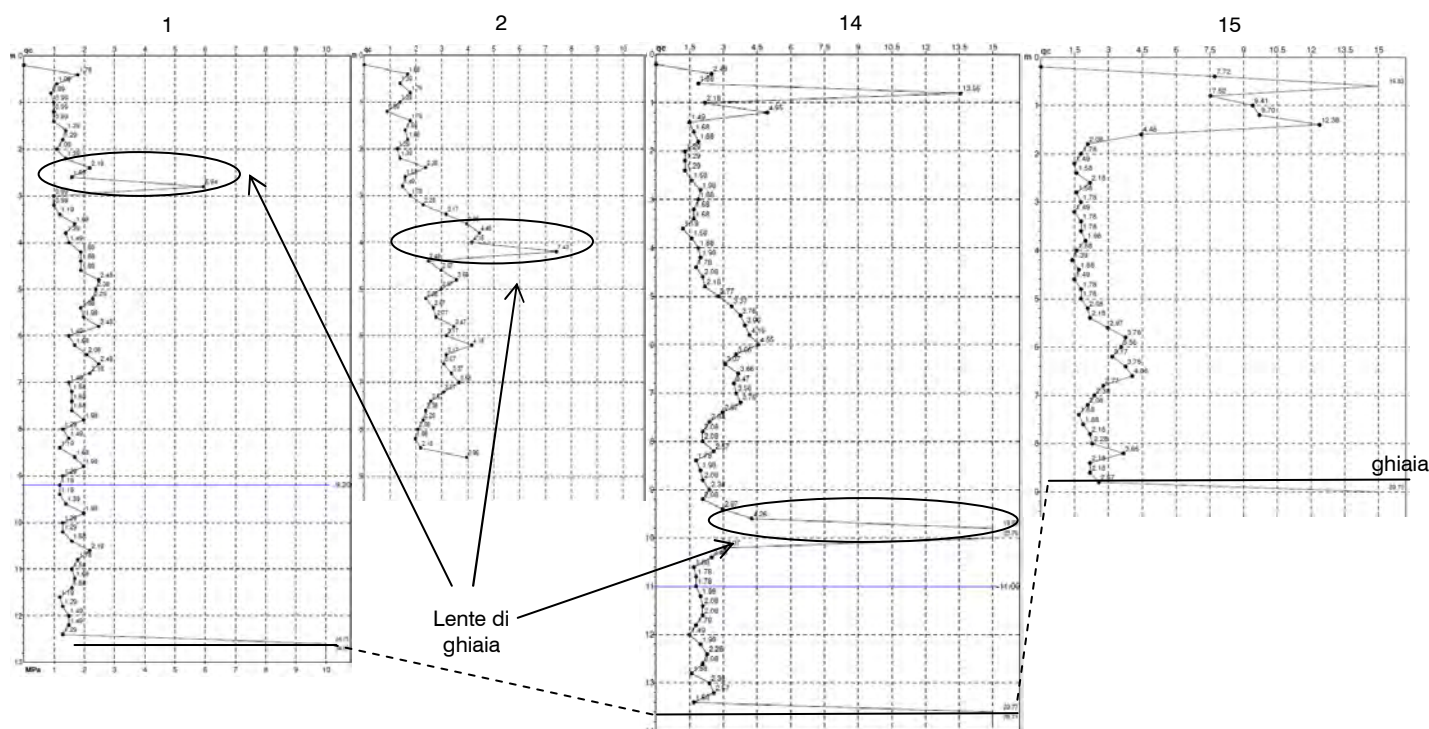
## 2.4 CARATTERISTICHE LITOSTRATOGRAFICHE DEL SITO D'INDAGINE

Sulla base della distribuzione spaziale e sulla base dei dati emersi dall'elaborazione geotecnica e litostratigrafica delle prove penetrometriche eseguite nell'area di studio, sono stati identificati n.3 differenti modelli geotecnici che rispecchiano in parte le caratteristiche geologiche individuate nella carta geologica del sito (tarta dal progetto CARG della Regione Emilia Romagna).

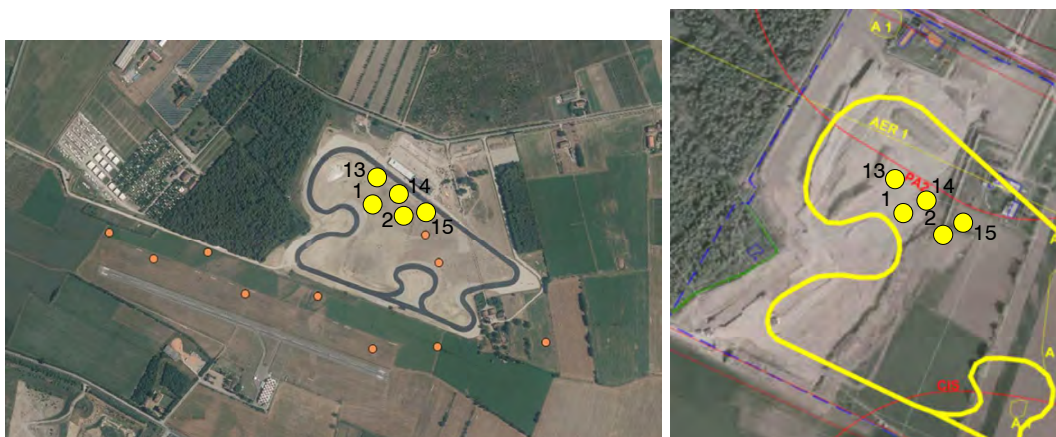


**Fig. 5.3:** Ubicazione delle prove penetrometriche eseguite nel 2006 e nel 2020 su carta geologica e suddivisione dell'area di interesse in zone caratterizzate da un diverso modello geologico-geotecnico.

### Modello geotecnico 1 TRIBUNA (CPT 1, 2, 13, 14, 15) – ex area di cava (polo estrattivo 5.2)



**Fig. 5.4:** Confronto verticali di prova CPT 1, 2, 14 e 15, realizzate all'interno di un ex area di cava. Si nota la presenza di una lente di ghiaia intorno a -3.00/-4.00 m da p.c. e un livello ghiaioso addensato degradante in direzione est.



**Fig. 5.5:** Ubicazione prove penetrometriche CPT 1, CPT 2, CPT 13, CPT 14 e CPT 15 su immagine satellitare del 2012 (sinistra) e su immagine satellitare del periodo 2003-2006 (destra). Si nota chiaramente come queste ricadano all'interno dell'ex polo estrattivo 5.2.

La prova penetrometrica CPT 13 non è stata riportata nelle verticali di prova di confronto in quanto questa ha raggiunto il rifiuto strumentale, per la presenza di un livello ghiaioso addensato (lente di ghiaia) alla profondità di -3.20 m da p.c., come individuato nella prova CPT 1 (per questo motivo è stata eseguita un'inversione in prova penetrometrica dinamica DPSH all'interno del foro di prova della CPT 13). Queste 5 prove CPT sono state realizzate nella porzione che ricadeva all'interno del polo estrattivo 5.2 rimasto attivo fino al 2005. Per questo motivo le prove individuano materiali di riempimento rispettivamente fino a -12.40 m da p.c. (cpt1), -8.40 m da p.c. (cpt2), -13.60 m da p.c. (cpt 14) e -9.00 m da p.c. (cpt 15) profondità alla quale le prove individuano un livello ghiaioso addensato. La differenza di profondità, tra le prove penetrometriche, alla quale viene intercettato tale livello è probabilmente dovuto al fatto che le prove cpt2 e cpt 15 siano localizzate ai margini dell'area di cava e pertanto in questo punto è ipotizzabile sia stato cavato meno materiale. Nel dettaglio, al di sotto dello strato superficiale di circa 1.40 m, caratterizzato da materiale di riporto, le prove eseguite hanno rilevato la presenza di un primo livello caratterizzato da **Argille limose mediamente consistenti** fino alla quota di circa -5.40 m da p.c., seguito da un livello caratterizzato da **Argille limose consistenti** fino alla quota di circa -10.40 m da p.c., da un livello caratterizzato da **Argille limose mediamente consistenti** fino alla quota di circa -13.40 m da p.c e da un livello caratterizzato da **ghiaie sabbiose addensate** fino alla quota di circa - 13.80 m da p.c., profondità alla quale è stato raggiunto il rifiuto strumentale. Tuttavia è possibile ipotizzare, sulla base dei dati emersi dai pozzi eseguiti nelle vicinanze, che questo livello caratterizzato da ghiaie sabbiose addensate si spinga fino alla profondità di -35.00/-40.00 m da p.c.. Nelle verticali di prova 1 e 2 è stata individuata una lente di ghiaia decimetrica intorno ai - 3.00/ -4.00 m da p.c. derivante probabilmente da materiali di risulta non utilizzabili e riposizionati in loco in seguito alla chiusura del polo estrattivo o rappresentante un paleoalveo del Fiume Secchia. Il modello geotecnico è finalizzato a fornire tutti i dati geotecnici necessari per l'intervento in oggetto. Sulla base dei dati emersi dall'elaborazione geotecnica e litostratigrafica

delle indagini geotecniche eseguite in sito si può riassumere il seguente modello geotecnico schematico del terreno investigato:

Strato	Profondità	Falda	Litotipo	Parametri geotecnici	
1	0.00 – 5.40 m da p.c.		Argille limose mediamente consistenti	$\gamma$	1800 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 18.00 kN/m <sup>3</sup>
				$\gamma'$	2100 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 21.00 kN/m <sup>3</sup>
				$C_{uk}$	0.70 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 70.0 kN/m <sup>2</sup>
				$C'_k$	0.07 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 7.0 kN/m <sup>2</sup>
				$M_o$	50.0 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 5000 kN/m <sup>2</sup>
				$E_s$	98.0 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 9800 kN/m <sup>2</sup>
				$\phi_k$	22°
				$\nu$	0.40
2	5.40 – 10.40 m da p.c.		Argille limose consistenti	$\gamma$	1850 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 18.50 kN/m <sup>3</sup>
				$\gamma'$	2150 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 21.50 kN/m <sup>3</sup>
				$C_{uk}$	0.90 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 90.0 kN/m <sup>2</sup>
				$C'_k$	0.09 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 9.0 kN/m <sup>2</sup>
				$M_o$	70.0 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 7000 kN/m <sup>2</sup>
				$E_s$	126.0 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 12600 kN/m <sup>2</sup>
				$\phi_k$	24°
				$\nu$	0.35
3	10.40 – 13.40 m da p.c.	-9.20 m da p.c.	Argille limose mediamente consistenti	$\gamma$	1800 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 18.00 kN/m <sup>3</sup>
				$\gamma'$	2100 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 21.00 kN/m <sup>3</sup>
				$C_{uk}$	0.70 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 70.0 kN/m <sup>2</sup>
				$C'_k$	0.07 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 7.0 kN/m <sup>2</sup>
				$M_o$	40.0 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 4000 kN/m <sup>2</sup>
				$E_s$	98.0 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 9800 kN/m <sup>2</sup>
				$\phi_k$	22°
				$\nu$	0.40
4	13.40 – 40.00 m da p.c.		Ghiaie sabbiose addensate	$\gamma$	2000 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 20.00 kN/m <sup>3</sup>
				$\gamma'$	2300 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 23.00 kN/m <sup>3</sup>
				$Dr$	90%
				$E_s$	500.0 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 50000 kN/m <sup>2</sup>
				$\phi_k$	35°
				$\nu$	0.25

Si riportano di seguito le referenze bibliografiche e le correlazioni utilizzate per la determinazione dei parametri geotecnici sopra riportati:

$\gamma'$  = peso dell'unità di volume (efficace) del terreno [Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982]

$C_{uk}$  = coesione non drenata caratteristica (terreni coesivi) [Formula di Lunne & Eide]

$C'_k$  = coesione efficace caratteristica

$Dr$  = densità relativa (terreni granulari) [Schmertmann 1976]

$M_o$  = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973]

$E_s$  = modulo elastico (terreni coesivi) [Trofimemkov 1974]

$\phi_k$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari) [Meyerhof 1956/1976, sabbie limose]

$\nu$  = modulo di Poisson



Al termine delle prove penetrometriche è stata eseguita la verifica della soggiacenza della falda freatica all'interno dei fori di sondaggio; le misurazioni, eseguite con freatimetro elettroacustico in data 15-16/01/2020 e nel 2006, hanno dato il seguente risultato:

2020		2020	
N. prova	Falda (m da p.c.)	N. prova	Falda (m da p.c.)
CPT 1	-9.20	DPSH 3	assente
CPT 2	assente	DPSH 4	assente
CPT 3	-11.00		
CPT 4	assente	2006	
CPT 5	assente	CPT 1	assente
CPT 6	assente	CPT 2	assente
CPT 7	-0.30 foro chiuso	CPT 3	assente
CPT 9 bis	assente	CPT 4	assente
CPT 10	-1.00 foro chiuso	CPT 5	assente
CPT 11	assente	CPT 6	assente
CPT 12	assente	CPT 7	assente
DPSH 1	assente	DPSH 1	assente
DPSH 2	assente	DPSH 2	assente

La caratterizzazione geotecnica e litostratigrafica dell'area di interesse, ricavata dall'analisi delle prove penetrometriche e dei sondaggi eseguiti in sito negli anni 2006 e 2020, ci ha permesso pertanto di determinare una suddivisione areale sulla base delle caratteristiche geologiche e dei modelli geotecnici realizzati. Tale determinazione, che suddivide l'area in 3 macrosettori, segue quelle che sono le caratteristiche geologiche individuate nella carta geologica tratta dal progetto CARG con l'individuazione di:

- un settore centrale (modello 1) caratterizzato da materiale di riempimento (argille limose) fino alla quota massima di -12.00 m da p.c. derivante dalla soppressione del polo estrattivo 5.2



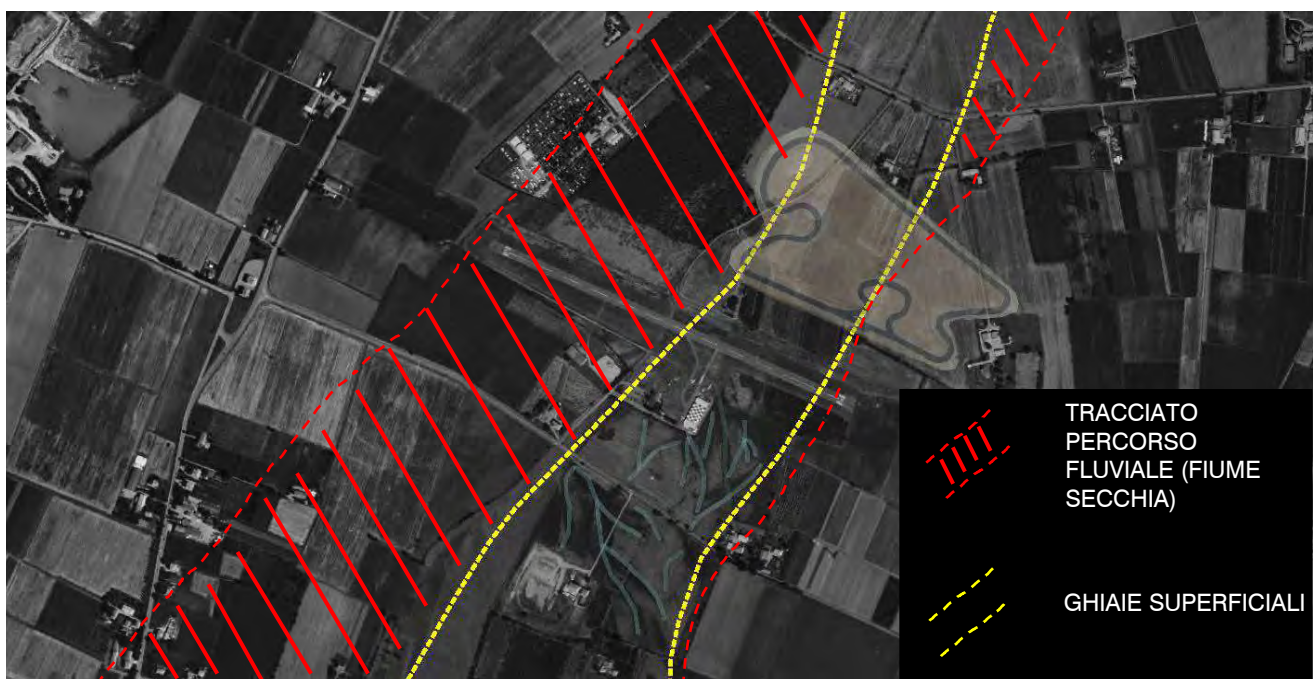
modello 1				
Strato	Intervallo	Falda	Legenda	Proprietà (media/val)
1	0.00 - 5.40 m da p.c.		Argille limose mediamente consistenti	$\gamma$ 1950 kg/m <sup>3</sup> = 18.00 kN/m <sup>3</sup>
				$\gamma_s$ 2100 kg/m <sup>3</sup> = 21.00 kN/m <sup>3</sup>
				$C_u$ 0.70 kg/cm <sup>2</sup> = 70.0 kN/m <sup>2</sup>
				$C_v$ 0.07 kg/cm <sup>2</sup> = 7.0 kN/m <sup>2</sup>
				$M_v$ 50.0 kg/cm <sup>2</sup> = 5000 kN/m <sup>2</sup>
2	5.40 - 10.40 m da p.c.		Argille limose consistenti	$E_s$ 98.0 kg/cm <sup>2</sup> = 9800 kN/m <sup>2</sup>
				$\mu$ 22°
				$v$ 0.50
				$\gamma$ 1850 kg/m <sup>3</sup> = 18.50 kN/m <sup>3</sup>
				$\gamma_s$ 2150 kg/m <sup>3</sup> = 21.50 kN/m <sup>3</sup>
3	10.40 - 13.40 m da p.c.	-9.20 m da p.c.	Argille limose mediamente consistenti	$C_u$ 0.90 kg/cm <sup>2</sup> = 90.0 kN/m <sup>2</sup>
				$C_v$ 0.09 kg/cm <sup>2</sup> = 9.0 kN/m <sup>2</sup>
				$M_v$ 70.0 kg/cm <sup>2</sup> = 7000 kN/m <sup>2</sup>
				$E_s$ 126.0 kg/cm <sup>2</sup> = 12600 kN/m <sup>2</sup>
				$\mu$ 24°
4	13.40 - 40.00 m da p.c.		Ghiaie sabbiose edessate	$v$ 0.35
				$\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> = 18.00 kN/m <sup>3</sup>
				$\gamma_s$ 2100 kg/m <sup>3</sup> = 21.00 kN/m <sup>3</sup>
				$C_u$ 0.70 kg/cm <sup>2</sup> = 70.0 kN/m <sup>2</sup>
				$C_v$ 0.07 kg/cm <sup>2</sup> = 7.0 kN/m <sup>2</sup>
				$M_v$ 40.0 kg/cm <sup>2</sup> = 4000 kN/m <sup>2</sup>
				$E_s$ 98.0 kg/cm <sup>2</sup> = 9800 kN/m <sup>2</sup>
				$\mu$ 22°
				$v$ 0.50
				$\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup> = 20.00 kN/m <sup>3</sup>
				$\gamma_s$ 2300 kg/m <sup>3</sup> = 23.00 kN/m <sup>3</sup>
				$D_r$ 90%
				$E_s$ 500.0 kg/cm <sup>2</sup> = 50000 kN/m <sup>2</sup>
				$\mu$ 35°
				$v$ 0.25



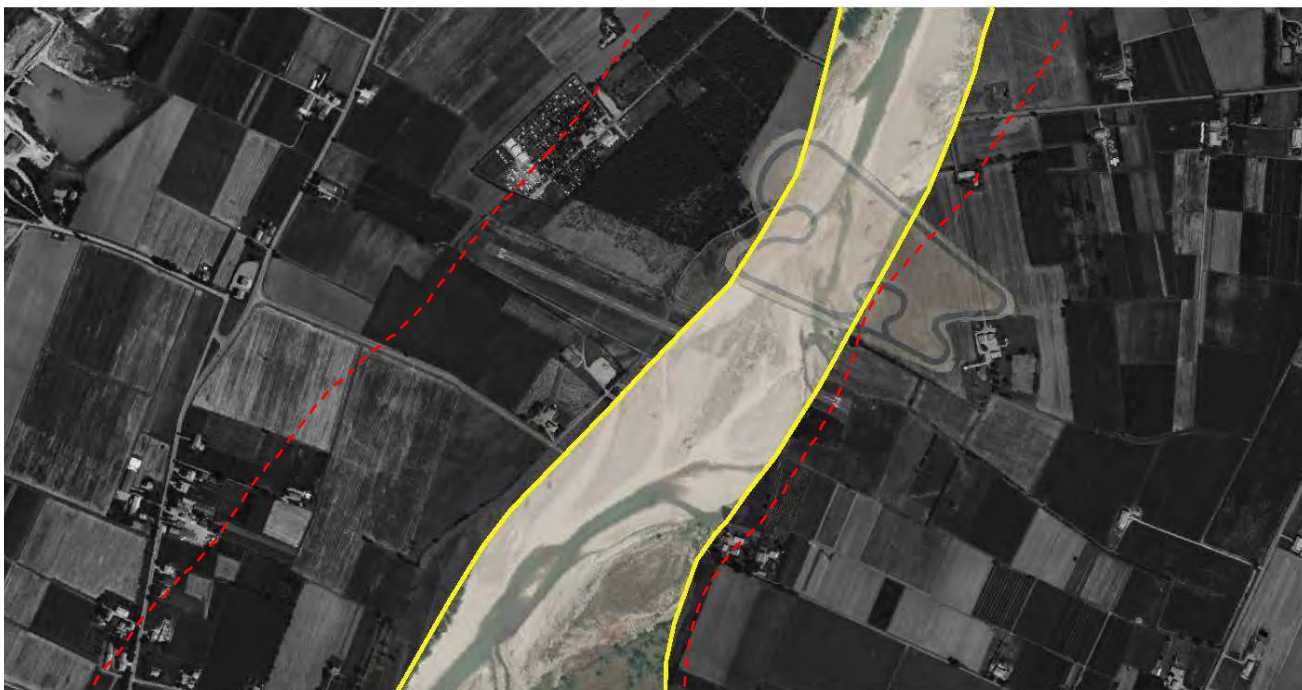
Fig. 6.2: Suddivisione dell'area di interesse in 3 macrozone; ciascuna caratterizzata da un modello geotecnico

Fig. 6.3: **sinistra:** come si presenta un fiume a canali intrecciati. **destra:** il Fiume Secchia oggi nelle vicinanze dell'area di interesse.

**Fiume a canali intrecciati:** un fiume a canali intrecciati possiede un particolare tipo di morfologia fluviale, consistente in una rete di canali d'acqua intrecciati fra loro all'interno di un alveo ghiaioso molto profondo ed ampio. La morfologia a canali intrecciati si presenta in corsi d'acqua dotati di un elevato carico di sedimenti e/o caratterizzati da un cambio di pendenza in corrispondenza dell'uscita sulla pianura dopo un tratto montano (come accade per il Fiume Secchia nella nostra area di interesse). Questo perché con la riduzione della pendenza l'energia fornita dalla corrente non è più sufficiente al trasporto della maggior parte dei materiali che il fiume fino ad allora era stato in grado di convogliare verso valle. Questi ultimi vengono quindi depositi in alveo con la conseguente formazione di isole ghiaiose e ciottolose le quali ostacolano lo scorrimento del fiume e lo costringono a dividersi in numerosi canali secondari intrecciati tra di loro.







**Fig. 6.4:** Immagini rappresentanti come ipoteticamente il Fiume Secchia attraversasse l'area di interesse. Con la linea rossa tratteggiata è riportata l'area in cui il fiume era libero di divagare tramite canali intrecciati, mentre in giallo è riportato il letto fluviale principale.

### 3 PROVE DI CARICO SU PIASTRA DINAMICA DPLT

Al fine di determinare la portanza del terreno, nel sito di interesse, sono state eseguite in data 27/02/2020 n.11 prove di carico su piastra dinamica DPLT, nell'area in cui verrà realizzato il nuovo tratto del circuito. In particolare, le prove di carico su piastra dinamica sono state effettuate tramite dispositivo di piastra leggera secondo la normativa tedesca TP BF-StB Teil B8.3. La prova serve per valutare il cedimento medio  $S$  in mm e il modulo di deflessione dinamico  $EVD$  in  $MN/m^2$ .



Ubicazione prove di carico su piastra dinamiche DPLT eseguite nell'area di interesse in data 27/02/20.



La prova consiste nell'eseguire un precarico sull'area di prova con n. 3 impulsi, sollevando il peso e lasciandolo cadere subito dopo lungo l'asta di guida. Dopo gli impulsi di precarico è possibile partire con la prova accendendo il dispositivo elettronico ed eseguendo n. 3 impulsi di carico ad ognuno dei quali nel dispositivo saranno mostrati i cedimenti successivi (mm). Al termine dei n. 3 impulsi di carico il dispositivo elaborerà una media dei n. 3 cedimenti ottenuti ed il modulo di deflessione dinamica EVD in MN/m<sup>2</sup>.

Il modulo di deflessione dinamica EVD viene calcolato dalla misura del cedimento secondo le seguenti espressioni:

$$E_{vd} = \frac{22.5}{s} \quad (300 \text{ mm plate and } 10 \text{ kg load})$$

$$E_{vd} = \frac{33.75}{s} \quad (300 \text{ mm plate and } 15 \text{ kg load})$$

dove:

$$E_{vd} \left[ \frac{MN}{m^2} \right] \quad \text{dynamic deflection modulus}$$

$$s [mm] \quad \text{settlement}$$

s = cedimento della superficie caricata (mm).

Tale prova offre i seguenti vantaggi:

- non necessità della presenza di un mezzo di contrasto richiesto per controbilanciare la pressione esercitata come nella prova di carico su piastra statica;
- le misure sono possibili anche in condizioni di difficile accesso e spazio limitato;
- la massa dell'attrezzatura di prova è modesta;
- le misure sono speditive e offrono risultati in tempo reale.

Le prove di carico su piastra DPLT sono state tutte eseguite su terreno naturale, eliminando i primi 30/40 cm di terreno vegetale. Si riportano nella seguente tabella i valori dei moduli di deflessione dinamica EVD in MN/m<sup>2</sup> rilevati dalle prove di carico su piastra dinamica (piastra 300 mm; maglio 10.00 kg) eseguite, mentre i grafici sono riportati nell'apposito allegato (allegato n.5).

<b>DPLT</b>	<b>CEDIMENTO</b>	<b>EVD</b>
<b>1</b>	3.321 mm	6.8 MN/m <sup>2</sup> ≈ 68.0 kg/cm <sup>2</sup>
<b>2</b>	4.017 mm	5.6 MN/m <sup>2</sup> ≈ 56.0 kg/cm <sup>2</sup>
<b>3</b>	3.510 mm	6.4 MN/m <sup>2</sup> ≈ 64.0 kg/cm <sup>2</sup>
<b>4</b>	5.255 mm	4.3 MN/m <sup>2</sup> ≈ 43.0 kg/cm <sup>2</sup>
<b>5</b>	6.240 mm	3.6 MN/m <sup>2</sup> ≈ 36.0 kg/cm <sup>2</sup>
<b>6</b>	4.161 mm	5.4 MN/m <sup>2</sup> ≈ 54.0 kg/cm <sup>2</sup>
<b>7</b>	5.738 mm	3.9 MN/m <sup>2</sup> ≈ 39.0 kg/cm <sup>2</sup>
<b>8</b>	6.552 mm	3.4 MN/m <sup>2</sup> ≈ 34.0 kg/cm <sup>2</sup>

<b>9</b>	6.646 mm	3.4 MN/m <sup>2</sup> ≈ 34.0 kg/cm <sup>2</sup>
<b>10</b>	7.760 mm	2.9 MN/m <sup>2</sup> ≈ 29.0 kg/cm <sup>2</sup>
<b>11</b>	6.308 mm	3.6 MN/m <sup>2</sup> ≈ 36.0 kg/cm <sup>2</sup>

Moduli di deflessione dinamica ottenuti in sito.



## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DEL SITO

Al fine di determinare le caratteristiche geologiche e sismiche dell'area di interesse e in base alla tipologia di intervento in progetto nel gennaio 2020 è stata eseguita la seguente campagna di indagini geognostiche:

- |                                      |
|--------------------------------------|
| <i>n. 1 tomografia elettrica ERT</i> |
| <i>n. 3 indagini sismiche MASW</i>   |
| <i>n. 3 indagini sismiche HVSR</i>   |



**Fig.6.5:** Ubicazione indagini geognostiche eseguite nell'area di interesse nel gennaio 2020.

## 4.1 TOMOGRAFIA ELETTRICA ERT

In data 22-23-24/01/2020 presso l'area di studio sono stati eseguiti n. 13 profili geoelettrici secondo metodo tomografico (ERT) con configurazione elettrodica di tipo Schlumberger. Le caratteristiche geometriche dei profili geoelettrici eseguiti sono le seguenti:

1 ERT: n°48 elettrodi (offset 2.0 m) – lunghezza totale 1 ert: 94 m → LUNGHEZZA TOTALE 13 ERT 1222 m

Di seguito si riporta l'ubicazione dell'area indagata.



Fig. 6.6: Ubicazione della linea tomografica eseguita.

### Metodologia d'indagine e strumentazione impiegata

La prospezione geoelettrica è un'indagine indiretta finalizzata alla definizione della resistività elettrica nel sottosuolo. È una tecnica attiva che consiste nell'immissione di corrente continua nel terreno per mezzo di due elettrodi in acciaio, detti "elettrodi di corrente" (C1-C2), e nella conseguente misurazione della differenza di potenziale (d.d.p.), mediante altri due elettrodi detti "elettrodi di tensione" (P1-P2). In superficie si determina la resistività apparente  $\rho_a$  che è calcolata dalle misure di intensità di corrente  $I$  immessa nel terreno e dalla differenza di potenziale  $\Delta V$  misurata attraverso gli elettrodi di potenziale. La relazione generale, Legge di Ohm, è:

$$\rho_a = k \Delta V / I$$

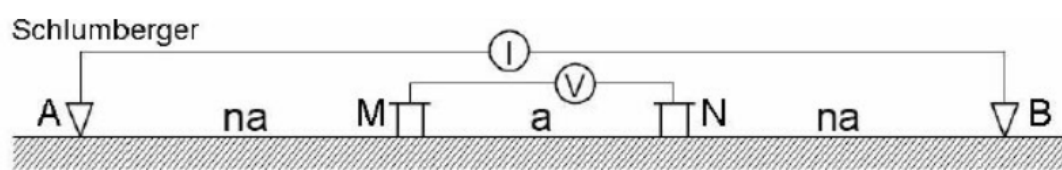


dove  $k$  è il cosiddetto fattore geometrico dipendente dalla configurazione elettrodica utilizzata, cioè dalle distanze e posizioni reciproche dei 4 elettrodi (quadripolo).

Al variare del dispositivo elettrodico utilizzato, si ottiene una diversa risoluzione delle discontinuità presenti nel sottosuolo, come pure varia la profondità di investigazione a parità di lunghezza del profilo. La geoelettrica effettuata con misure multiple lungo uno stesso profilo è denominata tomografia geoelettrica (ERT) o geoelectrical profiling. La campagna geognostica è stata espletata mediante uno strumento prodotto dalla IRIS Instruments (Francia) modello SYSCAL Pro Switch a 96 elettrodi con tomografia elettrica multi-elettrodo.

La campagna geognostica è stata espletata mediante l'esecuzione di un profilo elettrico superficiale con dispositivo multi-array. Si tratta di una metodologia che rappresenta l'evoluzione delle misure geoelettriche classiche, intesa ed applicata in modo tale da ottenere risoluzioni spaziali elevate. Il sistema permette di ricostruire la distribuzione spaziale, in 2 o 3 dimensioni, della resistività reale nel sottosuolo, con una risoluzione che è pari circa alla metà della distanza tra gli elettrodi. La profondità di investigazione raggiunta dal dispositivo elettrodico in fase di esecuzione dell'indagine tomografica dipende dalla profondità di penetrazione della corrente nel sottosuolo ed è legata anche al tipo di configurazione elettrodica utilizzata. Tale profondità viene indicativamente considerata pari a circa  $1/5$  della lunghezza dello stendimento tomografico eseguito. Tutti gli elettrodi, contemporaneamente infissi nel terreno mediante mazzetta e distanziati tra loro sono collegati, mediante un apposito cavo multiconduttore, allo strumento di acquisizione. La corrente viene applicata ad una coppia di elettrodi e il potenziale misurato su tutte le altre coppie disponibili utilizzando una geometria del quadripolo che dipende dalla configurazione prescelta. Si passa poi ad una seconda coppia di trasmissione e così via fino a raggiungere il numero massimo di misure indipendenti sui poli e dipoli disponibili.

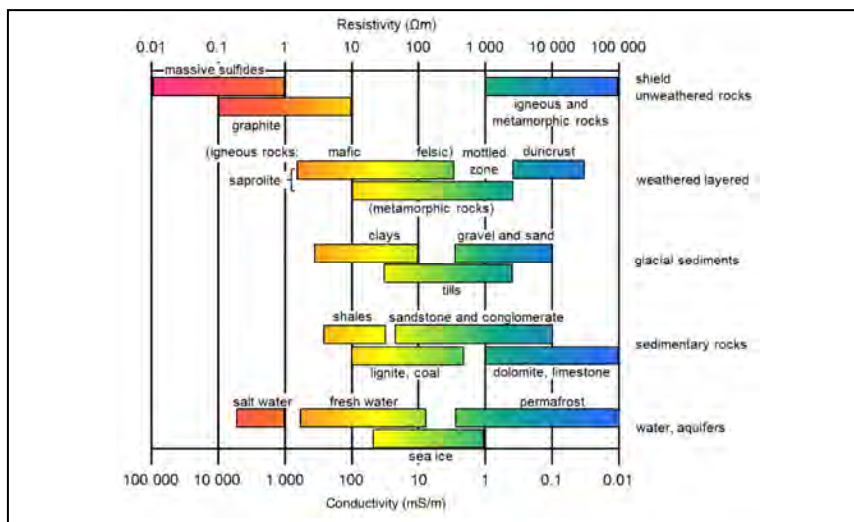
Per il profilo tomografico è stata effettuata un'acquisizione con la configurazione elettrodica di tipo Schlumberger. Nel quadripolo Schlumberger lo schema d'acquisizione rimane A M N B, ma la distanza tra gli elettrodi A-M e N-B risulta essere un multiplo  $n$  (Questo fattore  $n$  corrisponde al rapporto tra AM MN) della distanza degli elettrodi di corrente A e B. Questa configurazione è discretamente sensibile sia alle strutture orizzontali sia alle strutture verticali.



**Fig. 6.7:** Schema di disposizione degli elettrodi di corrente e di potenziale nello stendimento di tipo Schlumberger.

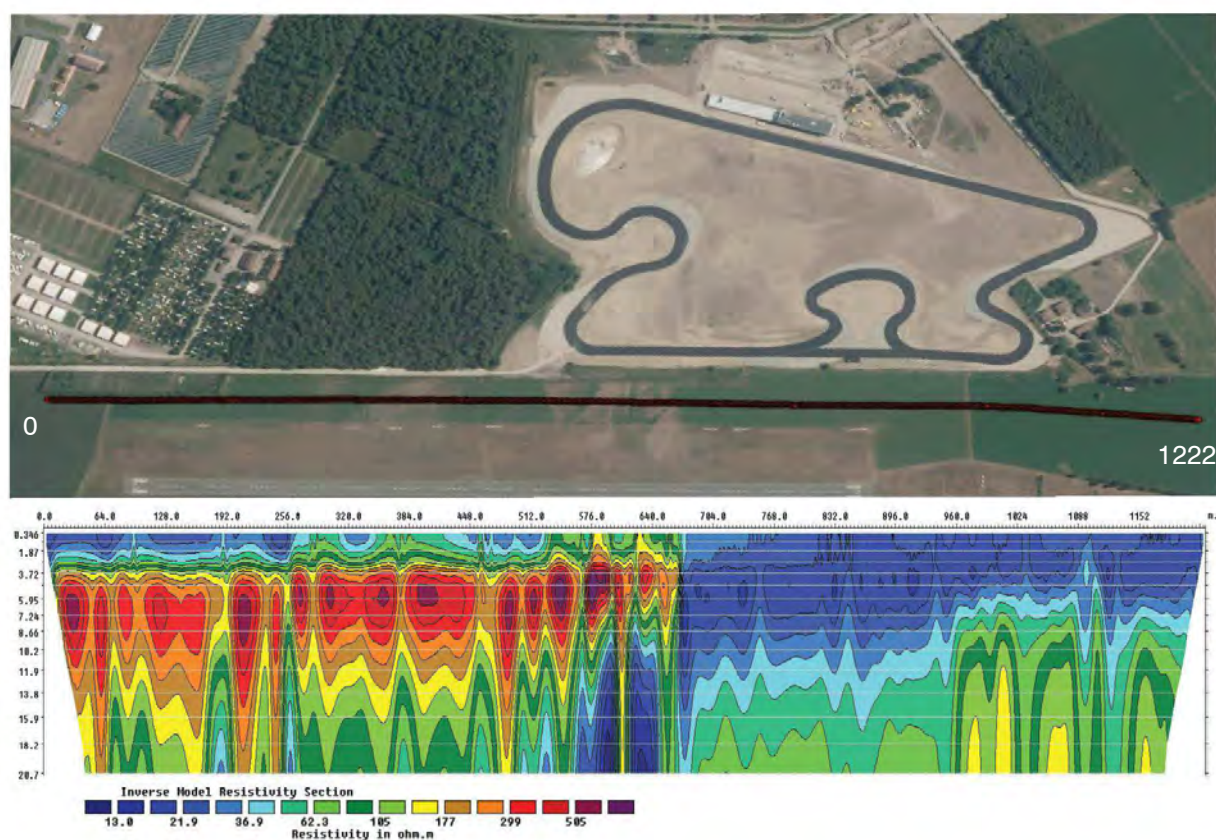
Come visto nel paragrafo precedente l'obiettivo delle indagini geoelettriche è la ricostruzione di modelli di resistività del sottosuolo partendo da misure di resistività apparente. I modelli 1D e 2D sono il risultato di un insieme di delicate operazioni sul campo e in laboratorio: solo un operatore pienamente consapevole di tutti i passaggi è in grado di ricavare informazioni utili da un'indagine geoelettrica. L'interpretazione dei modelli di resistività, soprattutto in campo archeologico, va condotta con la massima attenzione e prudenza. È molto facile, infatti, cadere in facili approssimazioni o arrivare a conclusioni troppo affrettate. Prima di tutto va ricordato che, oltre alle inevitabili anisotropie e disomogeneità del terreno che impediscono una ricostruzione univoca del modello geometrico, la resistività del sottosuolo dipende da diversi fattori quali porosità, presenza di fluidi, composizione mineralogica, grado di fratturazione, grado di saturazione nonché presenza di sostanze organiche (idrocarburi, solventi, etc.). In particolare, la resistività delle rocce è sempre maggiore a quella dell'acqua nei pori, è minima in corrispondenza del grado di saturazione massimo ed è tanto minore quanto maggiore è la porosità. Come risulta evidente osservando i valori riportati in tab. 1, anche per singole classi di rocce o terreni si registra una grande variabilità di valori di resistività (I valori di resistività a volte variano per diversi ordini di grandezza).

Nel caso di un suolo omogeneo ed isotropo i valori di resistività ricavati corrispondono alla resistività vera del terreno. Nella realtà, però, questo non avviene a causa dell'eterogeneità della natura del terreno e il valore di resistività misurato è detto "apparente". Esso dipende da diversi fattori quali, ad esempio, la forma e la posizione dei mezzi rispetto al quadripolo degli elettrodi di misura. E' necessario, quindi, ricondurre la resistività apparente a valori "reali" del terreno attraverso la risoluzione del cosiddetto "problema inverso". Il problema inverso consiste nel ricostruire la distribuzione sconosciuta della resistività elettrica reale nel sottosuolo che ha dato origine ai dati di resistività apparente osservati in fase di acquisizione dei dati. Successivamente, quindi, ad una prima fase di verifica della coerenza dei dati acquisiti in cui è possibile evidenziare ed eliminare anomalie locali determinate da valori troppo alti o troppo bassi rispetto ai valori limitrofi, mediante un apposito algoritmo di inversione si ricostruisce la distribuzione della resistività reale del sottosuolo. Il software utilizzato per l'inversione dei dati di resistività apparente è Res3d sviluppato da Geotomo Software. La resistività elettrica ( $\Omega \cdot m$ ), definita anche come resistenza elettrica specifica, rappresenta l'attitudine di un materiale a opporre resistenza al passaggio di una corrente elettrica. La resistività dei terreni è funzione della porosità, permeabilità, contenuto ionico dei fluidi di ritenzione e mineralizzazione argillosa. Sulla base dei valori ottenuti, sono stati ricavati da inversione isopiani di resistività naturale del terreno. Successivamente si illustrano abachi di riferimento relativi a valori di Resistività ( $\Omega \cdot m$ ) di alcune categorie di terreni.



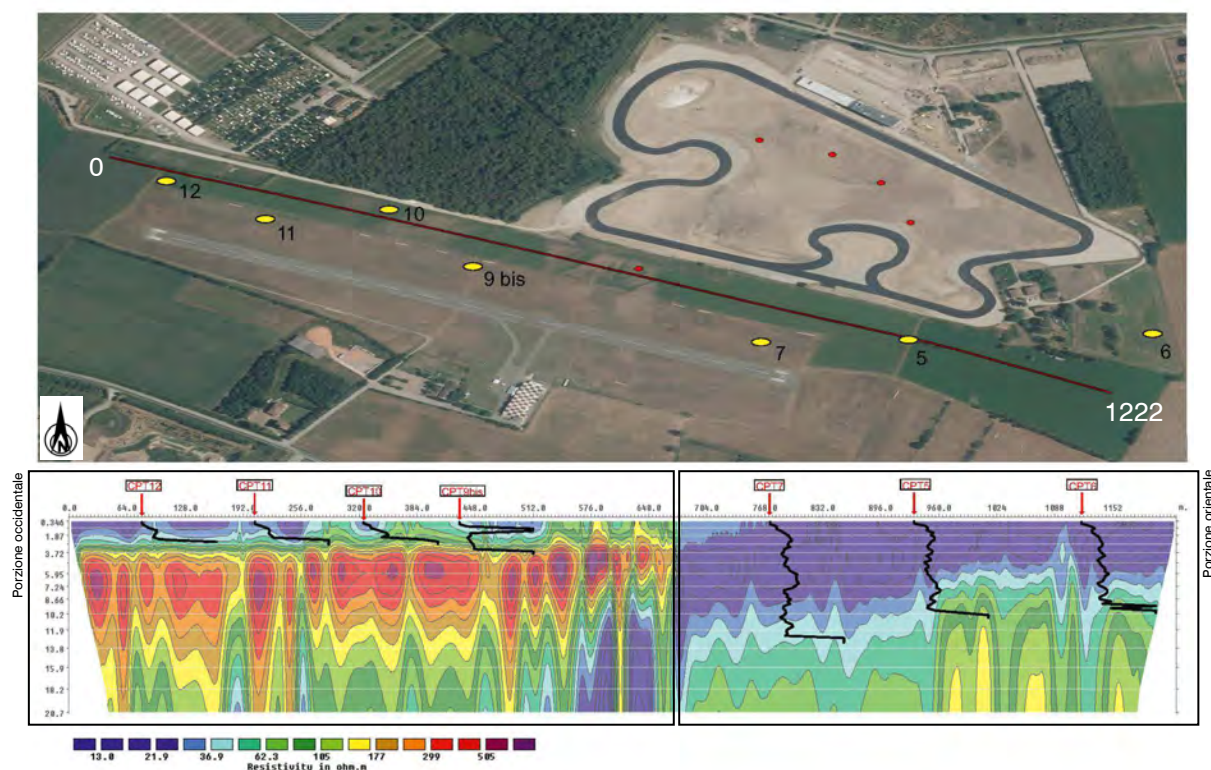
**Fig. 6.8:** Abaco dei valori di resistività naturale tipici dei suoli e delle rocce.

Per lo specifico caso di studio sono stati elaborati i dati con il software ERTLab della Geostudi Astier per l'elaborazione dei profili elettrici eseguiti e il software Prosys II della IRIS Instruments come programma di supporto. Le sezioni invertite derivate, unite in un'unica linea geoelettrica lunga 1222 m, con derivato il profilo di resistività reale ( $\Omega m$ ), riportanti i valori di resistività elettrica ottenuti sulla base delle indagini svolte con relative interpretazioni, sono riportate di seguito.



**Fig. 6.9:** Ubicazione ed elaborato grafico tomografia elettrica ERT.



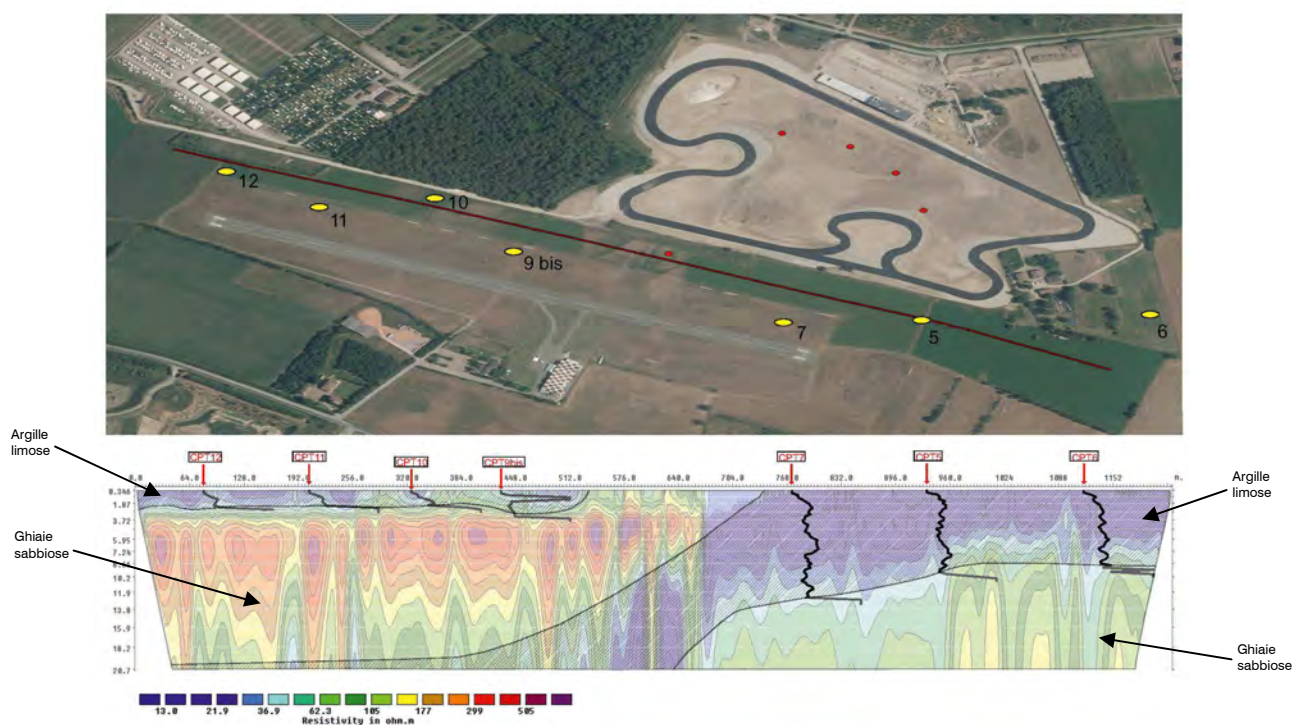


**Fig. 7:** Confronto tra elaborato grafico tomografia elettrica ERT e prove penetrometriche eseguite nell'area di interesse.

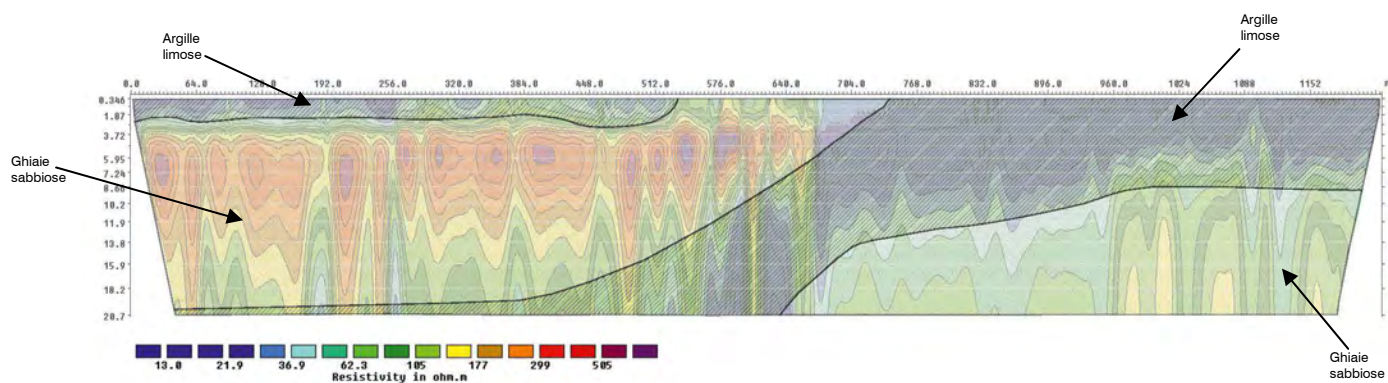
Le indagini geofisiche effettuate mediante tomografia elettrica, confrontate con le prove penetrometriche eseguite, hanno messo in evidenza, nella porzione più occidentale, un primo strato caratterizzato da argille limose con bassa resistività ( $10 \div 30 \Omega\text{m}$ ) per uno spessore di circa 2.00 m. Al di sotto di tale strato si riscontra la presenza di un livello ad elevata resistività ( $30 \div 400 \Omega\text{m}$ ) imputabile a ghiaie sabbiose addensate, come riscontrato dalle prove penetrometriche che intorno ai 2.00 metri raggiungono il rifiuto strumentale per la presenza appunto di un livello ghiaioso consistente. Questo livello ghiaioso, ipoteticamente, raggiunge circa i -20.00 m da p.c. per la presenza al di sotto di questo di un livello limoso argilloso. Le caratteristiche evidenziate in questa porzione più occidentale non si riscontrano nella restante porzione, ovvero quella più orientale. Qui infatti si nota la presenza di un livello caratterizzato da bassi valori di resistività ( $10 \div 30 \Omega\text{m}$ ) fino alla quota compresa tra -11.00 e -8.00 m da p.c., e imputabile ad argille limose. Al di sotto di questo strato si nota invece la presenza di un livello ghiaioso addensato con elevati valori di resistività ( $30 \div 400 \Omega\text{m}$ ). L'analisi tomografica elettrica ci ha permesso pertanto di identificare le strutture geologiche e litostratigrafiche dei primi 20 metri di sottosuolo per tutta la linea di indagine. In particolare è stato possibile identificare una lente ghiaiosa addensata che da ovest verso est passa da una profondità di -2.00 m da p.c. per poi raggiungere la superficie. Al di sotto di questa lente ghiaiosa si riscontra invece la presenza di un livello argilloso che da sotto le ghiaie torna a trovarsi dalla superficie a -8.00/-10.00 m da p.c. andando in direzione est. Al di sotto del livello argilloso si riscontra nuovamente la presenza di una lente ghiaiosa che da tale

profondità si spinge fino al termine dello spessore indagato dalla tomografia elettrica posto a -20.00 m da p.c..

Un dato importante da tenere in considerazione è la differenza di scala tra l'asse verticale e orizzontale per poter visualizzare in un'unica linea tutto lo stendimento elettrico. Infatti mentre l'asse verticale plotta i valori di resistività per una profondità massima di -20.00 m da p.c., l'asse orizzontale plotta i dati su di una linea tomografica elettrica di ben 1222 m. Pertanto questo non fa altro che "schiacciare" il dato e comprimere le strutture geologiche, come le lenti ghiaiose, che nella realtà risultano molto più distribuite spazialmente e con profili degradanti molto meno inclinati. Al di là di questo effetto puramente grafico è possibile identificare i diversi profili litologici in profondità come riportato in figura 7.1.

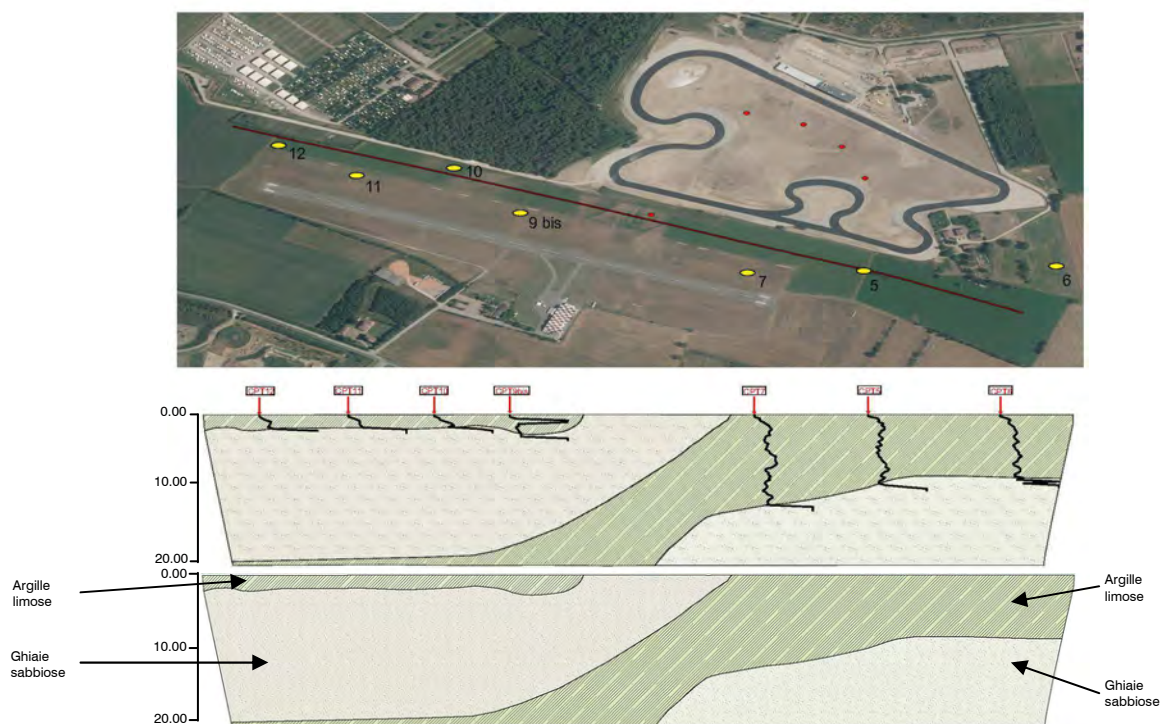


**Fig. 7.1:** Confronto tra elaborato grafico tomografia elettrica ERT e prove penetrometriche eseguite nell'area di interesse con riportati i profili stratigrafici delle unità geologiche identificate.



**Fig. 7.2:** Elaborato grafico tomografia elettrica ERT e profili stratigrafici delle unità geologiche identificate.





**Fig. 7.3:** Profili stratigrafici delle unità geologiche identificate, rapportati con e senza le prove penetrometriche CPT.

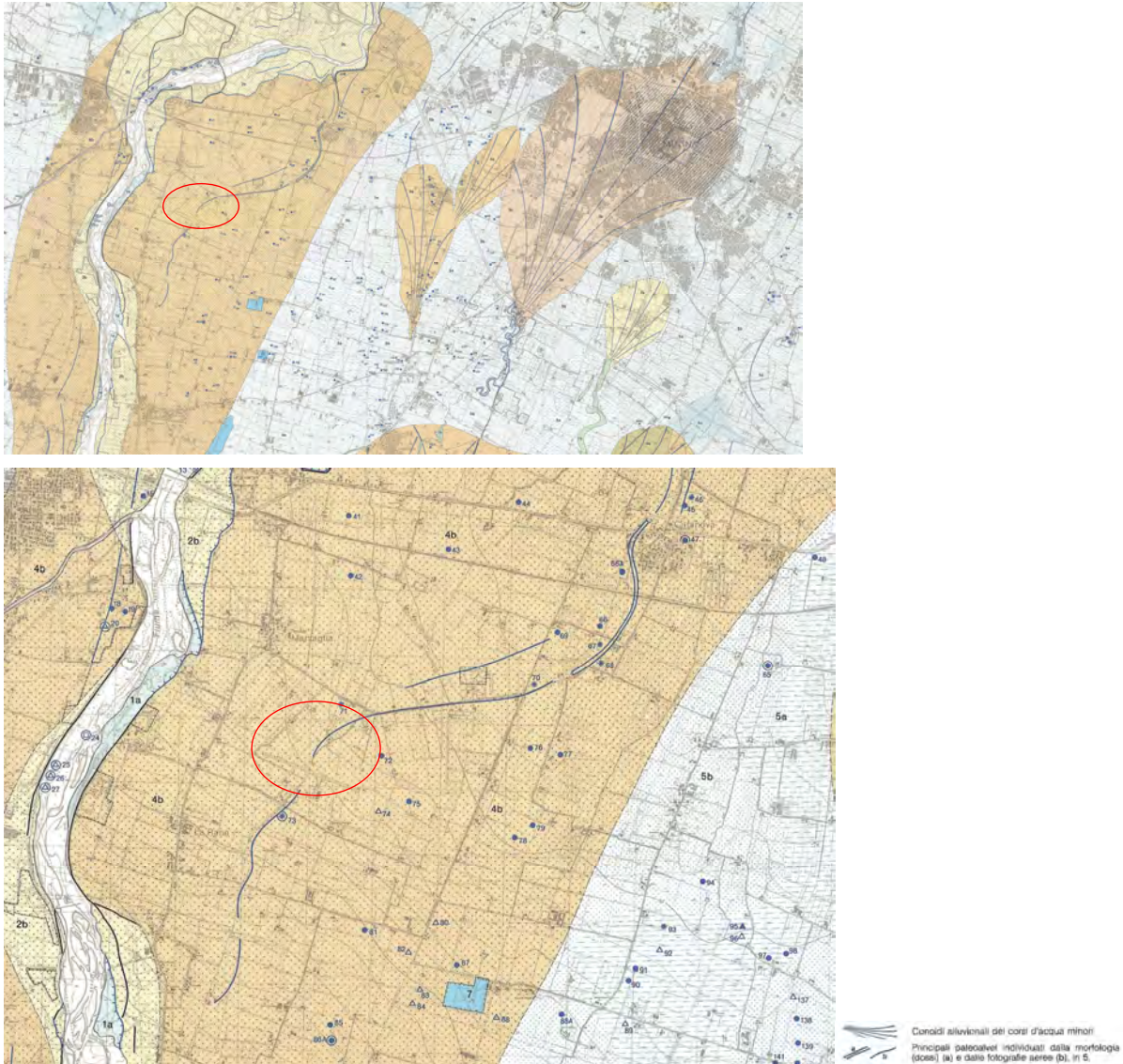
L'identificazione della distribuzione delle unità geologiche, caratterizzate da un'alternanza di argille limose e lenti di ghiaia corrisponde in gran parte a quanto riportato nella carta geologica tratta dal progetto CARG della Regione Emilia Romagna. In questa, così come nel nostro modello litostratigrafico, è presente una fascia centrale caratterizzata da depositi alluvionali a tessitura ghiaioso-sabbiosa, circondata da depositi alluvionali a tessitura argilloso-limosa. Questa struttura identifica quella che potrebbe essere stata l'evoluzione geomorfologica temporale dell'area di interesse.



**Fig. 7.4:** Sovrapposizione carta geologica CARG Regione Emilia Romagna e profili stratigrafici delle unità geologiche identificate.



Quest'area infatti, come riportato nella carta geologica del margine appenninico e dell'alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro (G.Gasperi), viene cartografata come una conoide del fiume Secchia con riportato un paleoalveo proprio nella porzione dove si individuano le ghiaie superficiali, ad indicare che quindi, milioni di anni fa, il Fiume Secchia probabilmente passasse di qui e non a 1.5 km più a ovest come accade oggi.



**Fig. 7.5:** Carta geologica del margine appenninico e dell'alta pianura tra i fiumi Secchia e Panaro (Gasperi).

Per paleoalveo si definisce un antico tratto di alveo di un corso d'acqua non più collegato al fiume che lo generò a causa di fenomeni naturali o artificiali.

Il passaggio del Fiume Secchia in quest'area ha contribuito pertanto al deposito di materiali ghiaiosi molto addensati lungo la fascia sopra descritta (lente ghiaiosa più superficiale), mentre i depositi argillosi depositati al di sopra di questa lente derivano probabilmente da qualche ventaglio di rotta fluviale quando il fiume scorreva in posizione più occidentale.

Deposito di rotta fluviale: deposito fluviale dovuto a processi di tracimazione, in particolare alla formazione di canali o brecce di rotta che scaricano le acque di piena nella piana inondabile, ramificandosi in piccoli distributori che incidono lo stesso deposito di rotta. Il deposito di rotta fluviale ha forma di lobo o lingua ed è costituito da materiali generalmente più grossolani rispetto a quelli che formano gli argini e la piana inondabile, come sabbia grossolana e anche ghiaia. Questo tipo di depositi è caratterizzato da una laminazione parallela ben sviluppata e da gradazione.

Più ci si allontana dal percorso fluviale, come per l'area di interesse quando il Fiume Secchia scorreva più a ovest dell'area di interesse (come accade oggi) più i depositi lasciati dal ventaglio di rotta risultano fini (argille e limi) come nei primi 2 metri di sottosuolo del nostro sito (area occidentale). L'altra lente di ghiaia, individuata alla profondità di -8.00/-10.00 m da p.c. nella porzione più orientale, potrebbe indicare anch'essa un vecchio paleoalveo del Fiume Secchia, precedente (temporalmente) a quello sopra descritto.



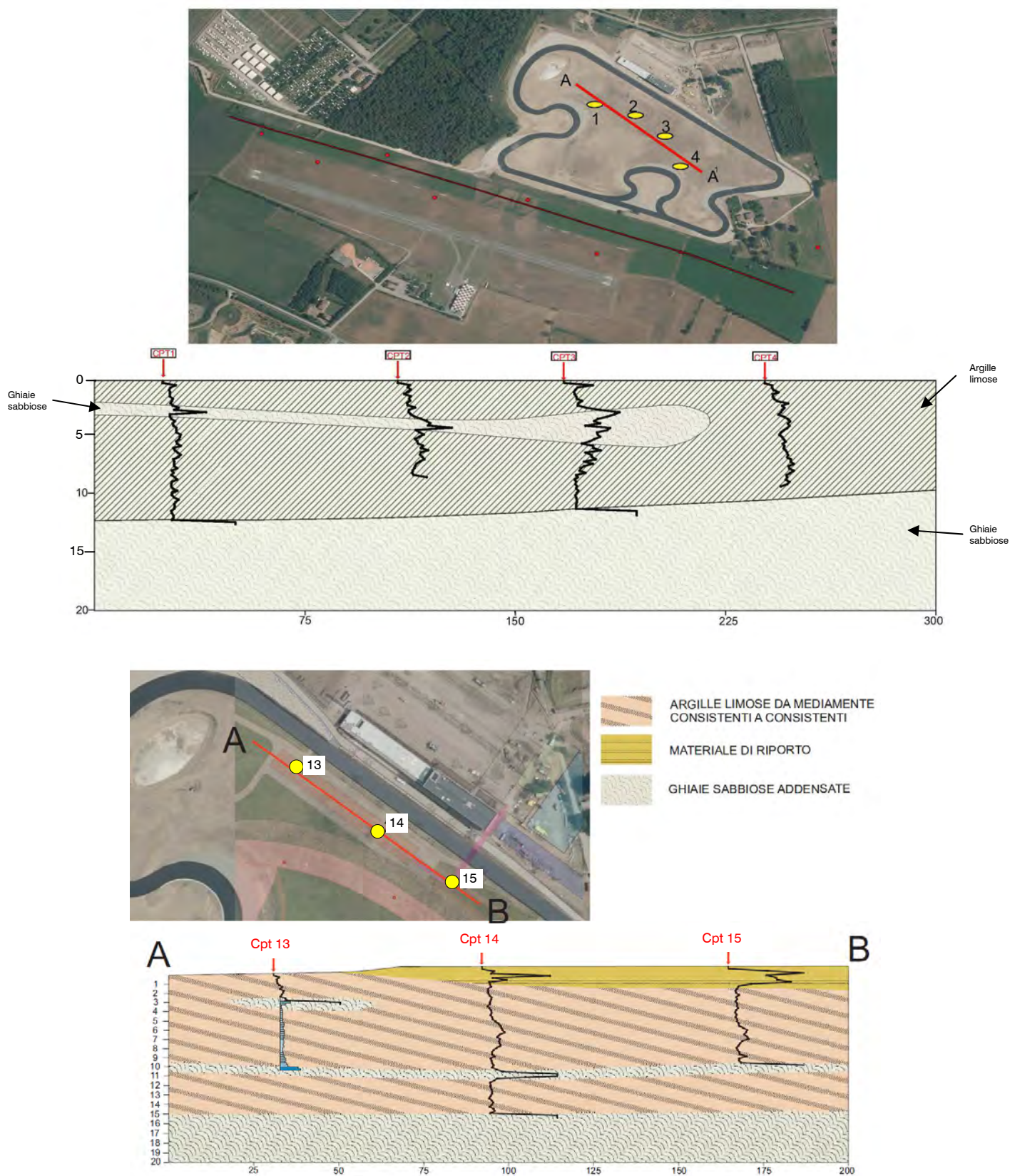
**Fig. 7.6:** Ipotesi distribuzione paleoalvei e depositi di ventaglio di rotta fluviale.

Al fine di determinare le caratteristiche litostratigrafiche della porzione di sottosuolo sita all'interno del circuito esistente, dove sono state eseguite le prove CPT 1, 2, 3 e 4 è stata eseguita una sezione litologica dei primi 20 metri di terreno. La sezione ha permesso di individuare un livello argilloso fino ad oltre -10.00 m da p.c., intercalato da una lente ghiaiosa (ipoteticamente appartenente al livello ghiaioso individuato nell'altra sezione di prova ERT e appartenente quindi al paleoalveo del Fiume Secchia), derivante da materiali di riempimento in seguito all'abbandono del polo estrattivo 5.2.

Questa lente di ghiaia è facilmente individuabile nelle verticali di prova cpt1, 2 e 3 mentre risulta assente nella prova CPT 4, in quanto quest'ultima si troverebbe al di fuori di quella fascia identificata in precedenza come paleoalveo.

Al di sotto del livello argilloso si intercetta un livello di ghiaie sabbiose molto addensate.



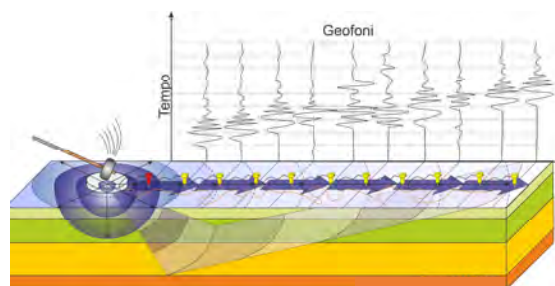


**Fig. 7.7:** Sezioni litostratigrafiche A-A' e A-B eseguite lungo le verticali di prova delle CPT 1, 2, 3, 4, 13, 14 e 15.



## 4.2 INDAGINE SISMICA CON METODO MASW

Per misurare le velocità delle onde di taglio si possono eseguire prospezioni sismiche mediante stendimenti superficiali, utilizzando geofoni verticali da 4,5 Hz ed acquisendo attivamente i segnali delle onde rifratte alla superficie mediante una sorgente artificialmente provocata. Questa tecnica, nota con la sigla MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), permette di ricostruire il profilo verticale delle Vs con procedimenti di modellazione diretta delle velocità di fase delle onde, rifratte alla superficie. Partendo dal sismogramma registrato mediante sorgente energizzante in asse con lo stendimento, viene eseguita un'analisi spettrale che ha consentito di elaborare un'immagine della distribuzione del segnale di velocità sismica in funzione delle diverse frequenze che lo compongono. Da tale elaborazione, tramite una fase di "picking" del segnale ad elevata intensità è stata ottenuta la "curva di dispersione", dalla cui inversione è stato calcolato il modello sismo-stratigrafico espresso in termini di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ). I dati sono stati registrati mediante un sismografo Geode Geometrics 24 bit con filtri disinseriti, velocità di campionamento (sample rate) di 0.25 millisecondi e lunghezza delle acquisizioni di 2 secondi. Si effettuano battute poste ad offset diversi (10 m e 15 m di distanza dal primo geofono) mediante grave da 8,0 kg di massa.



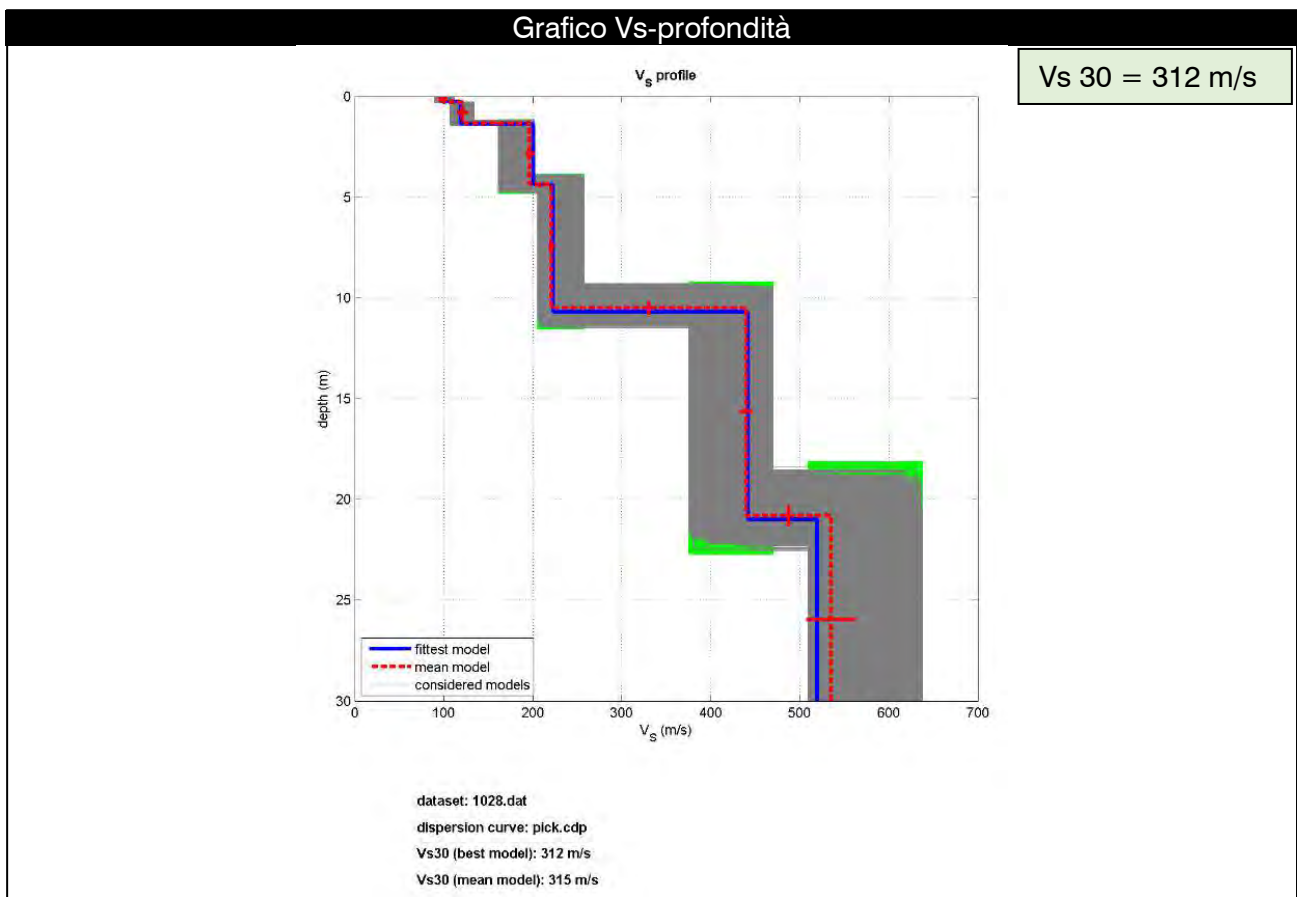
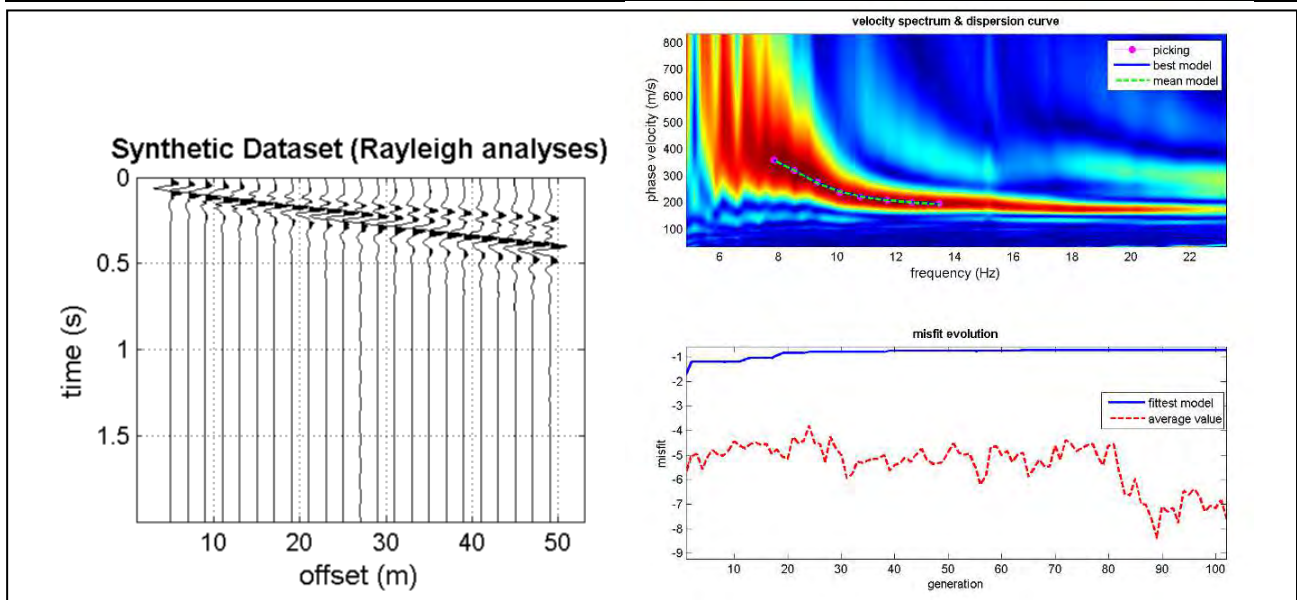
Schema di Array lineare e punto energizzante

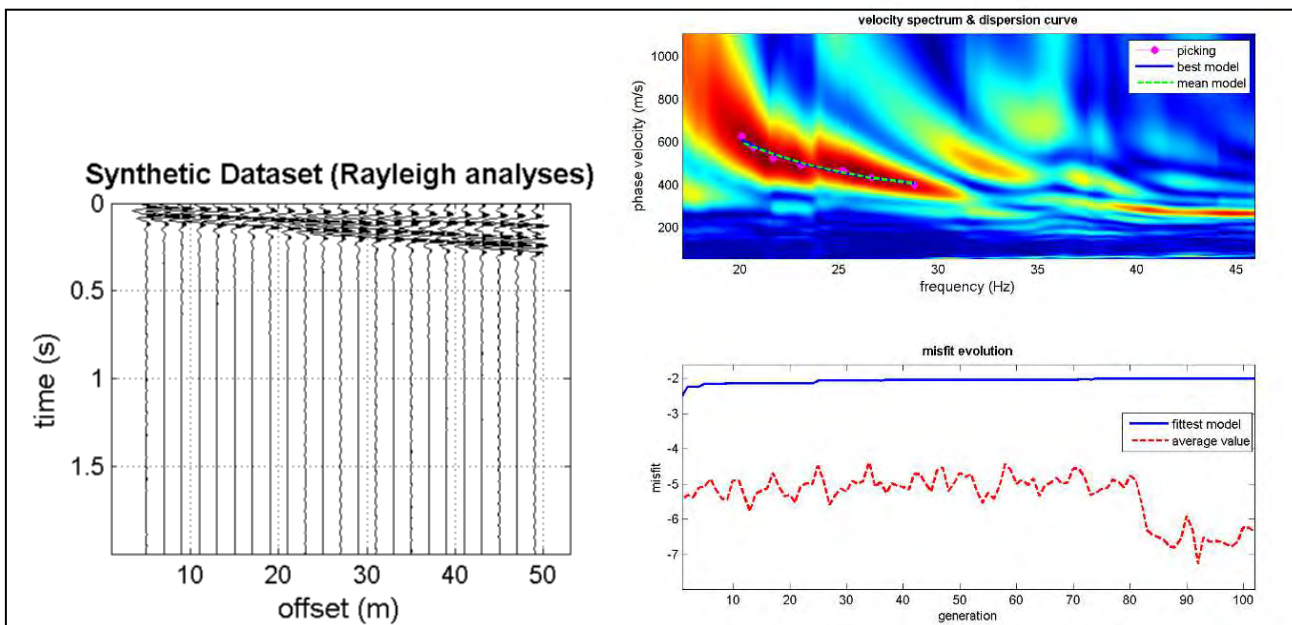


Stendimenti indagini sismiche MASW

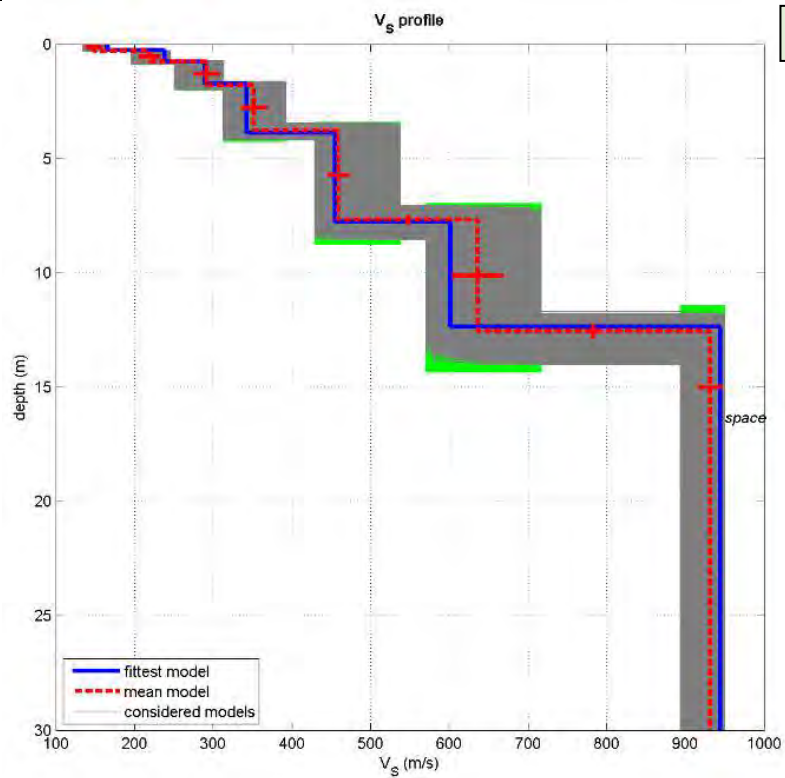
Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh,  $V(\text{fase})/\text{freq.}$ , può essere convertito nel profilo  $V_s/\text{profondità}$ . Tale metodo non è univoco e quindi il modello che ne scaturisce è un modello teorico; per questo motivo è preferibile operare in presenza di dati di taratura (come nel caso specifico) onde ricavare il modello reale.

Masw 1





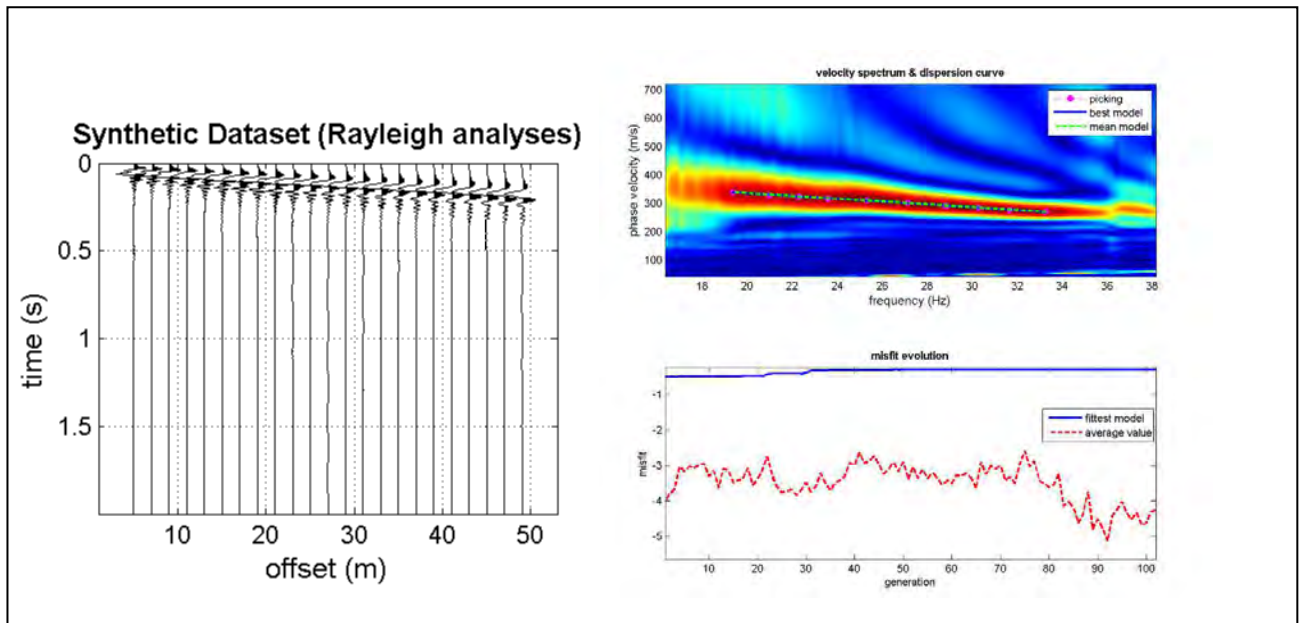
### Grafico Vs-profondità



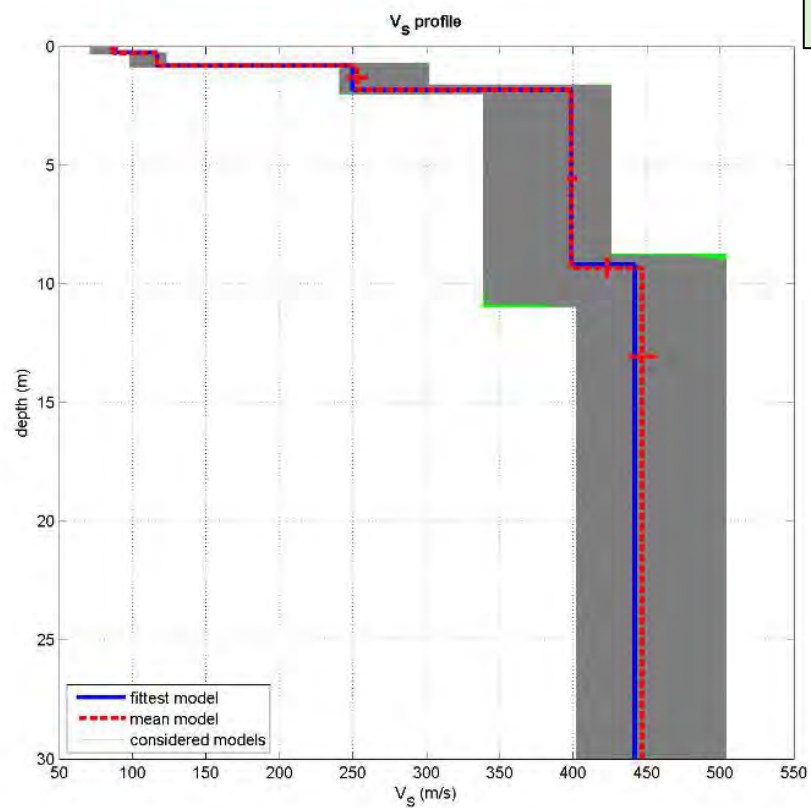
$V_s 30 = 623 \text{ m/s}$

dataset: 1030.dat  
 dispersion curve: pick.cdp  
 $V_s 30$  (best model): 623 m/s  
 $V_s 30$  (mean model): 622 m/s





### Grafico Vs-profondità



$V_{s30} = 387 \text{ m/s}$

dataset: 1036.dat  
 dispersion curve: pick.cdp  
 $V_{s30}$  (best model): 387 m/s  
 $V_{s30}$  (mean model): 390 m/s

### **4.3 INDAGINI SISMICHE HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO (HVSR)**

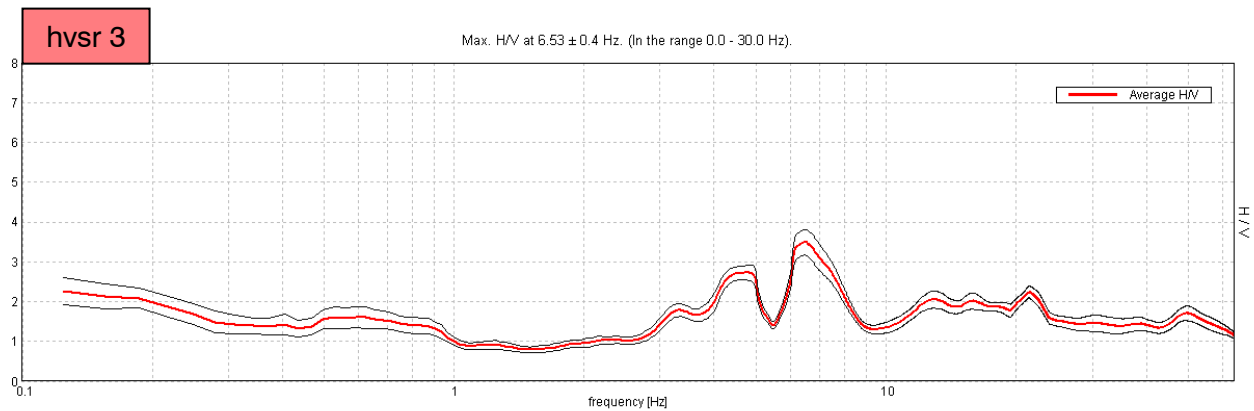
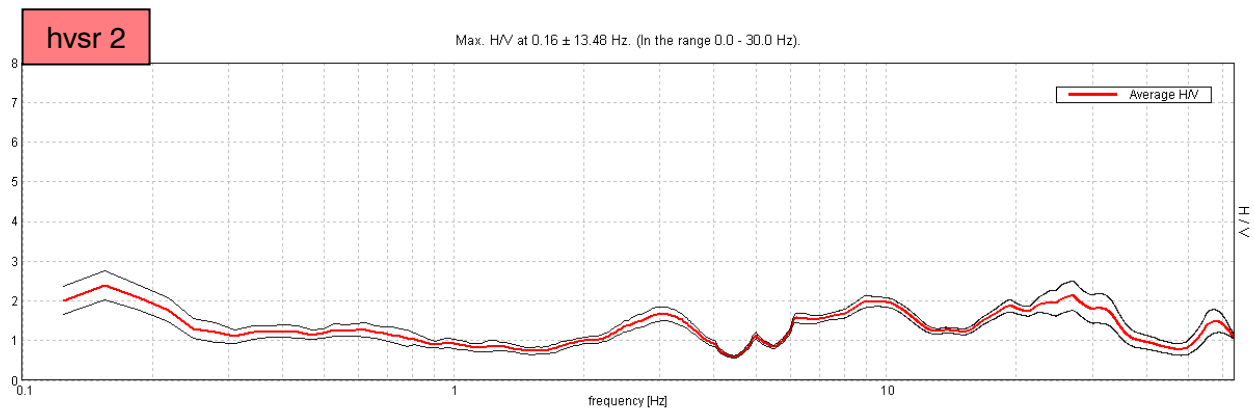
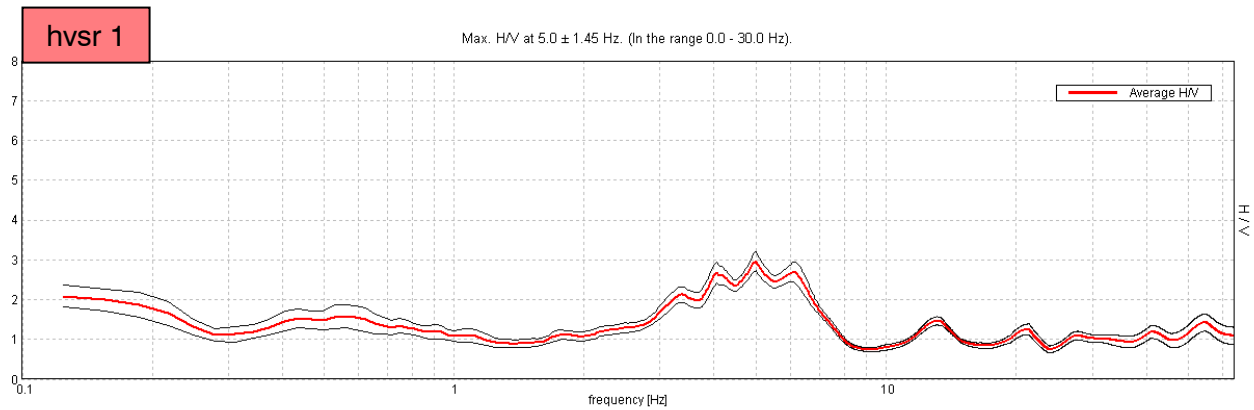
---

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso. L'utilizzo di algoritmi di calcolo finalizzati ad una modellizzazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo (per esempio i cambi litologici). I dati che si possono ricavare sono spessori, profondità e velocità di propagazione delle onde di taglio all'interno del sismo-strato individuato. Tramite l'elaborazione di moti superiori e l'analisi dell'andamento delle tre componenti del moto, è possibile distinguere i picchi di origine naturale da quelli generati dai moti superiori o da artefatti, al fine di garantire una corretta interpretazione dello spettro sismico registrato. La tecnica dei rapporti spettrali (HVSR) trova la sua massima applicazione negli studi di microzonazione sismica poiché fornisce un parametro fondamentale (frequenza propria di risonanza di sito) per una corretta progettazione di edifici antisismici. Negli ultimi anni si è affermata anche per la sua versatilità poiché si è dimostrato come lo spettro sismico può rappresentare un modello sismo – stratigrafico del sottosuolo. La tecnica HVSR è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un “velocimetro triassiale” conforme alle norme SESAME. I risultati che si possono ottenere da indagini sismiche HVSR sono:

- La frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici antisismici. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare strutture aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno, per evitare l'effetto di "doppia risonanza", fenomeno estremamente pericoloso per la stabilità delle costruzioni.
- La frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se, in caso di sisma, la costruzione potrà essere o meno a rischio.
- La stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la tecnica HVSR, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato, inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Dalle analisi HVSR eseguite in sito, e riportate integralmente nell'allegato n. 3 sono stati individuati picchi H/V alle frequenze riportate in tabella:

Indagine sismica HVSR	Frequenza (in the range 0.0 - 30.0 Hz)
1	5.00 ± 1.45 Hz
2	0.16 ± 13.48 Hz
3	6.53 ± 0.40 Hz





#### 4.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (§ 3.2.2 NTC 2018)

Per determinare il parametro  $V_{seq}$  e definire quindi la categoria di sottosuolo dell'area indagata (§ 3.2.2 NTC 2018) sono state eseguite in sito le indagini sismiche descritte nel precedente paragrafo. L'elaborazione delle indagini sismiche sopra citate restituisce un grafico che riporta la curva di dispersione attraverso un'immagine a colori che mostra il profilo delle velocità delle onde di Rayleigh come velocità di fase e frequenza. Analizzando tale grafico si ottiene un modello teorico dell'andamento delle  $V_s$  con la profondità attraverso la formula:

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

con:

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

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio ( $V_{seq}$ ) è definita dal parametro  $V_{s30}$  ottenuto ponendo  $H = 30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati fino a tale profondità. Dall'elaborazione delle indagini sismiche MASW eseguite nel sito in oggetto, sono stati ottenuti i seguenti valori di  $V_{s30}$ :

indagine sismica MASW	$V_{s30}$	Categoria sottosuolo
1	312 m/s	C
2	623 m/s	B
3	387 m/s	B
indagine sismica HVSR	$V_{s30}$	Categoria sottosuolo
1	332 m/s	C

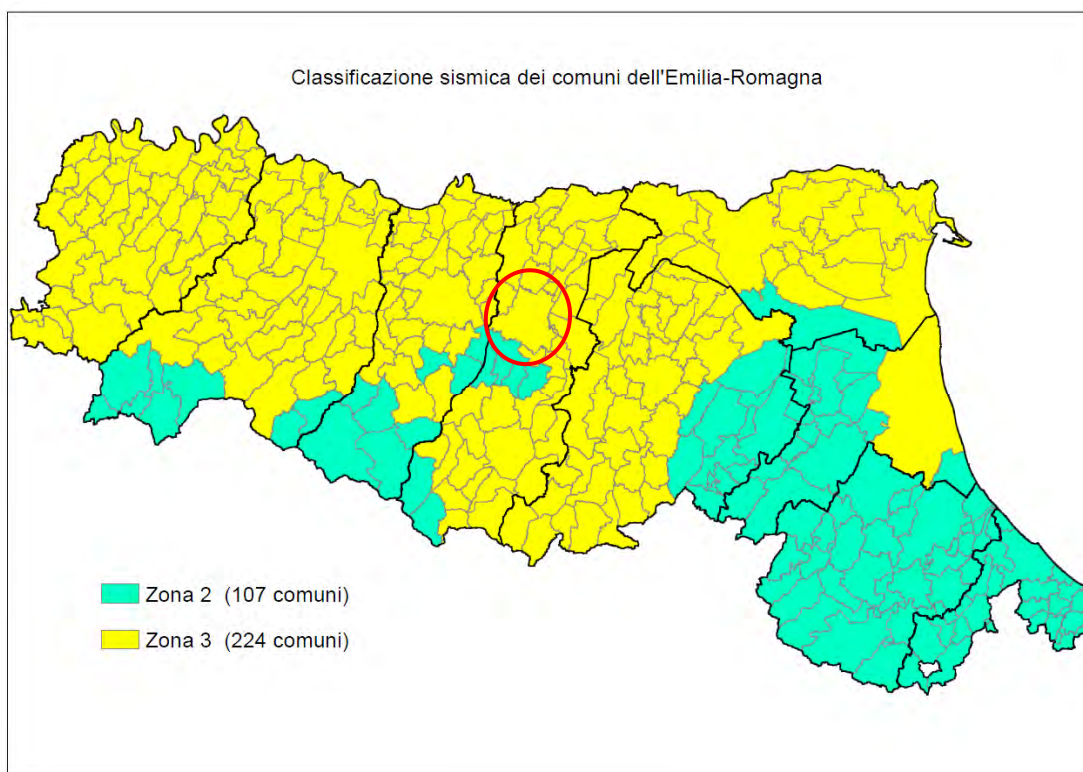
Considerando la categoria di sottosuolo più scadente e secondo la classificazione del sottosuolo imposta dalle NTC 2018, si definisce il terreno di fondazione dell'area studiata come appartenente alla categoria C, corrispondente a:

C

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

#### 4.5 AZIONE SISMICA E RISPOSTA SISMICA DEL SITO

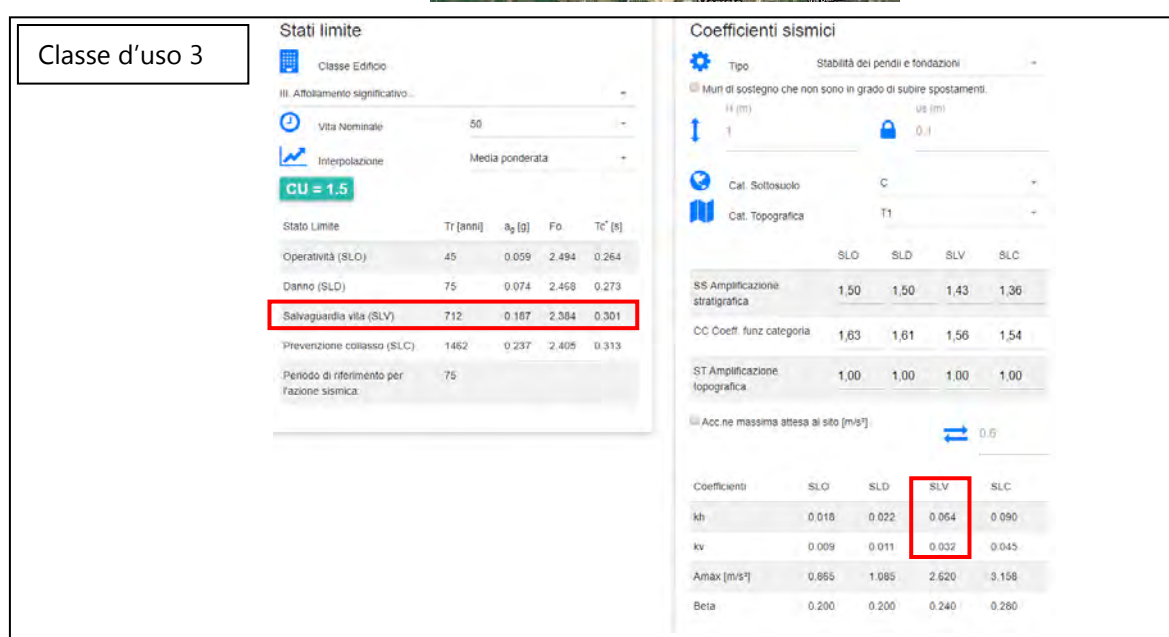
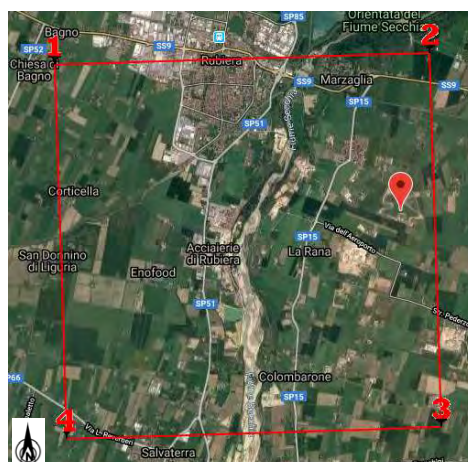
Secondo la classificazione sismica del territorio nazionale proposta a partire dall'O.P.C.M. n. 3274/2003 e successive modifiche, il **Comune di Modena** (MO) risulta appartenente alla classe di sismicità 3.



**Fig. 7.8:** Classificazione sismica dei comuni della regione Emilia-Romagna (DGR 1164/2018).

La suddivisione del territorio nazionale in zone a diversa classe di sismicità, caratterizzate da un valore di accelerazione di picco ed un corrispondente spettro di risposta elastico da utilizzare nella progettazione, risulta in realtà superata dall'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008. Sulla base dei contenuti delle NNTC 2008 e delle successive NTC 2018, per ogni costruzione deve essere definita un'accelerazione di riferimento propria, in funzione delle coordinate geografiche dell'area e della vita nominale dell'opera. Per ciascun edificio in progetto nell'area di interesse è stata definita una determinata classe d'uso (C.U.) a cui è associato un periodo di riferimento TR e un'accelerazione massima attesa. Per l'area in oggetto, identificata dalle seguenti coordinate geografiche (Sistema di riferimento ED50): Latitudine: 44.633824°, Longitudine: 10.815280°, in relazione ad un determinato periodo di riferimento TR è stato definito un parametro di accelerazione massima attesa ag:

classe d'uso (C.U.)	periodo di riferimento TR (anni)	Accelerazione massima attesa
3	712	0.187



**Fig. 7.9:** Parametri sismici caratteristici della maglia di punti riportata in figura, in cui ricade l'area oggetto del presente studio (da [www.geostru.com/us/parametri-sismici/](http://www.geostru.com/us/parametri-sismici/))

L'accelerazione orizzontale di picco attesa  $a_g$  è definita in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido e con superficie topografica orizzontale. L'accelerazione  $a_g$  rappresenta uno dei parametri principali che definisce la pericolosità sismica di base, insieme ai parametri  $F_0$  e  $T_{c^*}$  dello spettro di risposta elastico, desumibili nelle tabelle riportate sopra.

Per la definizione dell'azione sismica, sulla base di quanto previsto dalle N.N.T.C., si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione della categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche del sito, in funzione delle quali si definiscono l'entità dell'amplificazione stratigrafica e topografica.

Sulla base delle NTC 2018, e tenendo conto dei dati ottenuti dalle indagini geofisiche eseguite in sito, si classifica il terreno di fondazione in oggetto, come appartenente alla categoria C.



Si ricava quindi il fattore stratigrafico  $S_s$ , caratteristico del sito secondo le N.N.T.C., mediante la seguente relazione, essendo in classe C si avrà:

$$S_s = 1,00 \leq 1,70 - (0,60 * F_o * a_g/g) \leq 1,50 \quad (4.1)$$

Dove:

#### CLASSE D'USO 3

- $F_o$  = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.2; per il sito oggetto di studio tale valore, calcolato mediante l'utilizzo di apposito software, risulta pari a 2.384;
- $a_g/g$  = accelerazione orizzontale del sito, con tempo di ritorno pari a 712 anni/accelerazione di gravità;
- $SS$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica o fattore stratigrafico, calcolato tramite la relazione 4.1; per il sito oggetto di studio risulta pari a 1.43.

Successivamente, sulla base delle condizioni topografiche del sito studiato, si calcola il fattore topografico  $ST$  dalla seguente tabella:

Categoria topografica	Ubicazione opera/intervento	ST
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $> 30^\circ$	1.4

Per l'area studiata, sita in una zona di pianura, e quindi appartenente alla categoria topografica T1, si ottiene un fattore topografico  $ST$  pari a 1.0.

In base a tali valori del fattore stratigrafico  $SS$  e del fattore topografico  $ST$  si procede al calcolo dell'accelerazione massima orizzontale  $A_{max}$ :

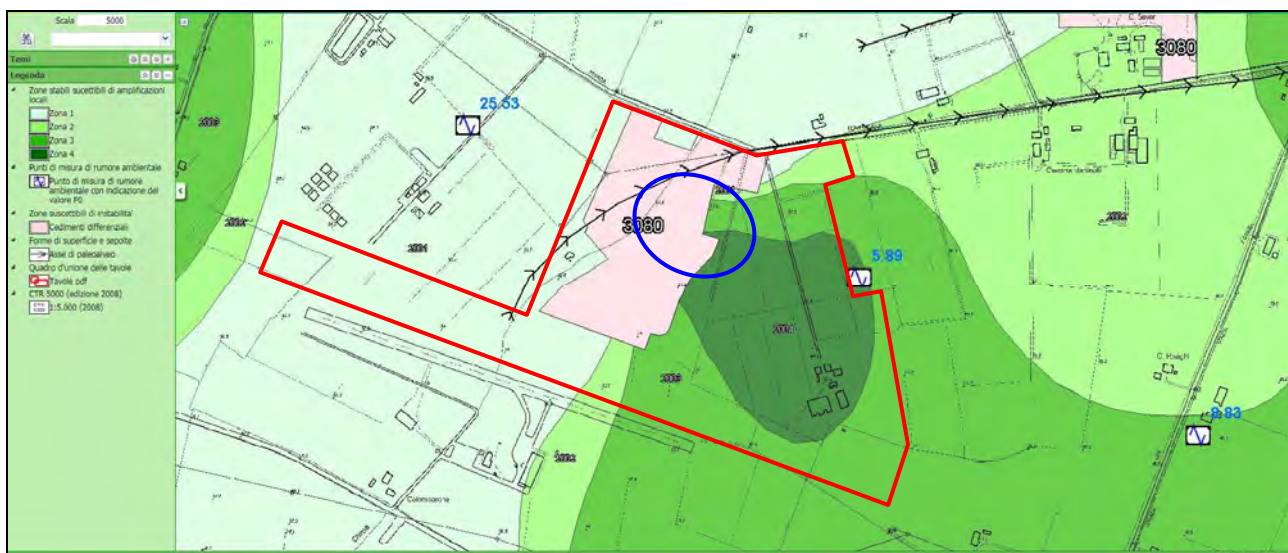
CLASSE D'USO 3	$A_{max} = SS * ST * a_g = 1.43 * 1.0 * 0.187g = 0.267g$
----------------	--

## 4.6 ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

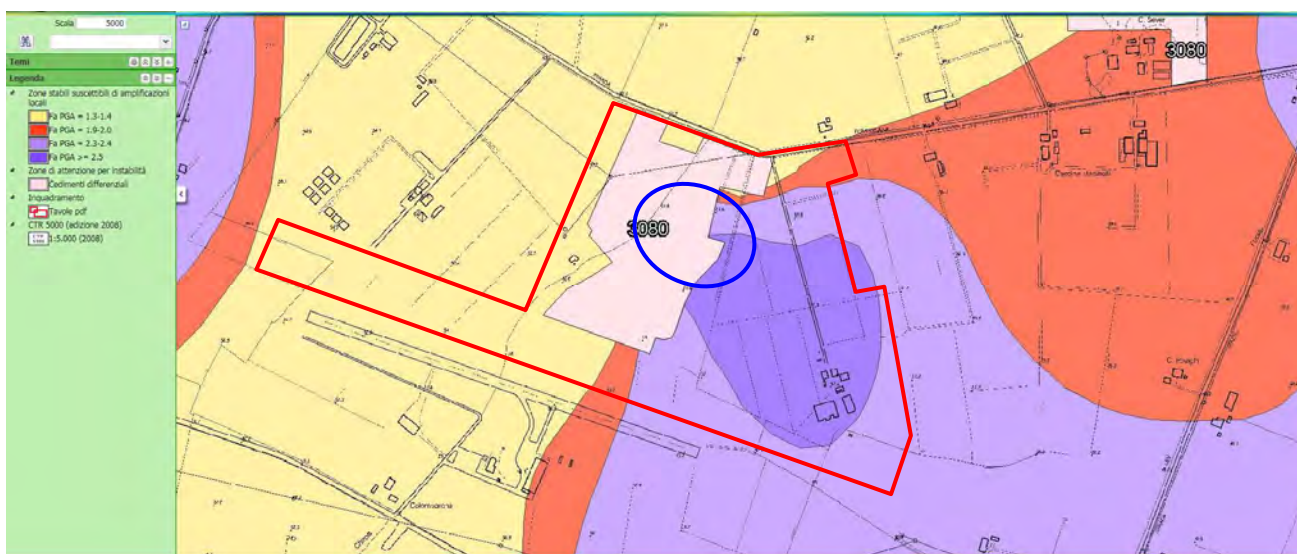
A supporto dell'identificazione delle criticità sismiche dell'area, è stato consultato lo studio di microzonazione sismica predisposto per il territorio comunale di Modena.

La cartografia MOPS (I livello - **fig. 8**) identifica l'area oggetto di ampliamento dell'Autodromo tra i settori stabili (assenza di liquefazione e cedimenti post-sismici). All'interno di tale cartografia vengono illustrati i risultati di misure HVSR eseguite: nelle aree limitrofe si identificano  $f_0$  (frequenze fondamentali di sito) variabile da 25 Hz a 5 Hz.

Analizzando la cartografia MOPS (II livello - **fig. 8.1**) è possibile definire, preliminarmente, le caratteristiche di amplificazione del moto sismico secondo i principali fattori di amplificazione FA. Per l'area in oggetto si definisce un FA PGA (amplificazione a  $T=0.00$  s) nel range di 1.30/2.5. Per quanto riguarda i fattori di amplificazione spettrale (FA SI) si identificano i medesimi valori sia per il range di 0.1-0.5 Hz, sia per il range 0.5-1.0 Hz.



**Fig. 8:** Stralcio della cartografia MOPS (I livello) contenuta nello studio MS del Comune di Modena.



**Fig. 8.1:** Stralcio della cartografia MOPS (II livello) relativa a FA PGA contenuta nello studio MS del Comune di Modena.

È stata definita l'azione sismica di progetto secondo uno studio di risposta sismica locale, secondo il livello di approfondimento.

Per ottemperare ai riferimenti normativi citati l'analisi è stata svolta secondo quanto indicato al § 7.11.3 delle NTC 2018, attraverso analisi numerica monodimensionale in campo lineare equivalente. Per fare ciò è stato utilizzato come strumento di lavoro il software di calcolo STRATA (University of Texas - Austin).

Ai fini della restituzione degli spettri di accelerazione, relativi allo stato limite SLV, è stata svolta la verifica dell'amplificazione del sito mediante l'utilizzo di un modello simulato in campo lineare equivalente.

Utilizzando un modello lineare equivalente è possibile ottenere una soluzione di un modello non lineare, attraverso analisi lineari complete nelle quali al termine di ogni interazione vengono aggiornati i parametri di rigidezza e smorzamento che sono dipendenti dallo stato di deformazione del terreno. Attraverso un'iterazione di calcoli si raggiunge una convergenza prefissata a monte della fase di computazione.

Il software STRATA è in grado di valutare la risposta sismica di un deposito di terreno, considerando un profilo monodimensionale in cui si propagano linearmente le onde sismiche, in funzione dei parametri dinamici attribuiti al terreno. Il terreno viene schematizzato come un sistema di N strati orizzontali omogenei, isotropi e visco-elastici, sovrastanti un semispazio uniforme, attraversati da un treno di onde di taglio che incidono verticalmente le superfici. Ogni strato è descritto per mezzo dello spessore  $H$ , del modulo di taglio massimo  $G_{max}$  o dalla corrispondente velocità massima  $V_{max}$ , dal valore dello smorzamento  $D$ , dal peso dell'unità di volume  $\gamma$  e dalle curve di decadimento del modulo di rigidezza a taglio normalizzato ( $G / G_0 - \gamma$ ) e le corrispondenti curve dello smorzamento ( $D - \gamma$ ) con la deformazione di taglio  $\gamma$ . Il modello lineare visco-elastico fa riferimento al modello reologico di Kelvin-Voigt, costituito da una molla e uno smorzatore viscoso in parallelo. Tale modello è descritto quindi dalla rigidezza ( $G$ ) e dallo smorzamento ( $D$ ). L'onda monodimensionale viene descritta dall'equazione in cui lo spostamento provocato ( $u$ ) è funzione della profondità ( $z$ ) e del tempo ( $t$ ):

$$u(z,t) = A \exp[i(\omega t + k^* z)] + B \exp[i(\omega t - k^* z)]$$

Nell'equazione appena presentata  $A$  e  $B$  rappresentano le corrispettive amplificazioni del tetto e della base dello strato considerato. Il fattore  $k^*$  risulta dipendente dal modulo di taglio ( $G$ ), dal grado di smorzamento ( $D$ ) e dalla densità del terreno ( $\rho$ ). Le relazioni sono le seguenti:

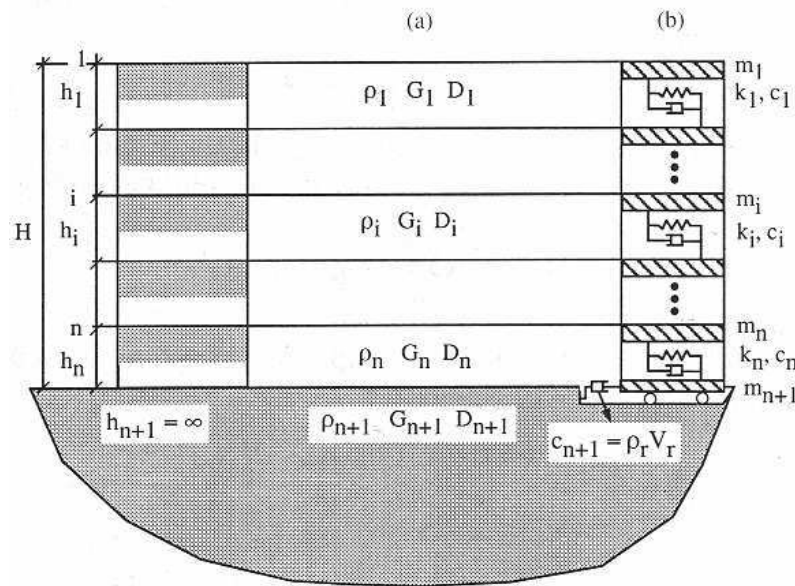


$$k^* = \frac{\omega}{v_s^*}$$

$$v_s^* = \sqrt{\frac{G^*}{\rho}}$$

$$G^* = G(1 - 2D^2 + i2D\sqrt{1 - D^2}) \approx G(1 + i2D)$$

Dove  $G^*$  e  $v_s^*$  rappresentano il modulo di taglio e la velocità di taglio.



**Fig. 8.2:** Modello a strati continui adottato per la simulazione con il codice di calcolo STRATA.

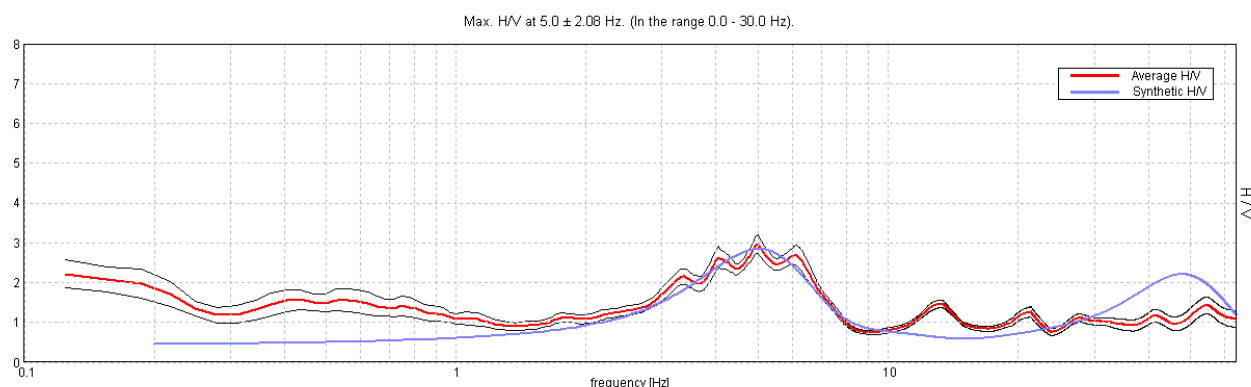
## SIMULATO

Il modello simulato deriva dai dati ottenuti dalle prove che compongono la campagna geognostica eseguita in sito. Tale profilo approssima il comportamento del sottosuolo, dal punto di vista sismico, in corrispondenza dell'area studiata. Il profilo considerato deriva dall'interpolazione dei dati provenienti dalle indagini geofisiche eseguite e i dati, di natura bibliografica, disponibili per il sito di riferimento.

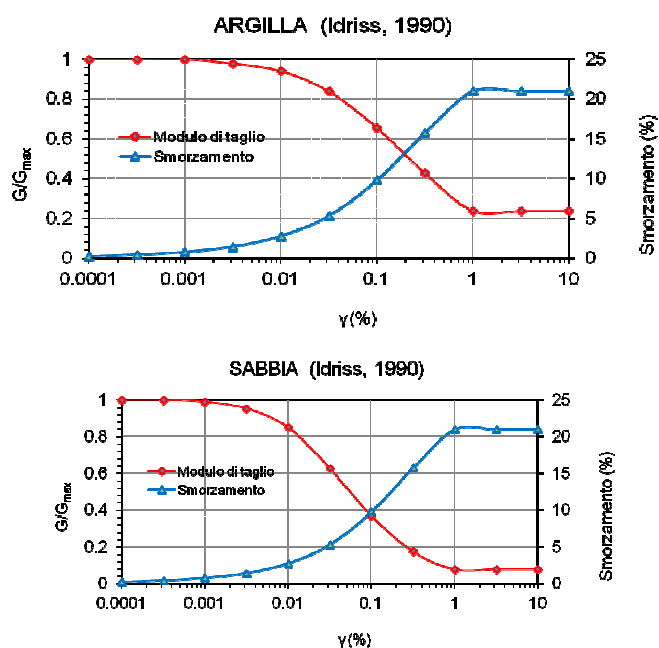
Il profilo sismico del sottosuolo utilizzato per la modellazione della RSL deriva dall'elaborazione delle indagini HVSR e MASW eseguite in sito integrate con dati di bibliografia. Si illustra successivamente il modello utilizzato:

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	100	0.42
5.50	5.00	200	0.42
15.50	10.00	320	0.42
35.50	20.00	500	0.42
inf.	inf.	520	0.42

## EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Per descrivere il comportamento dinamico dei terreni costituenti il modello sono state considerate curve di decadimento dei moduli di rigidezza e smorzamento, al variare della deformazione percentuale  $\gamma(\%)$ . Si riportano successivamente le curve di decadimento considerate per l'esecuzione del calcolo di risposta sismica locale:

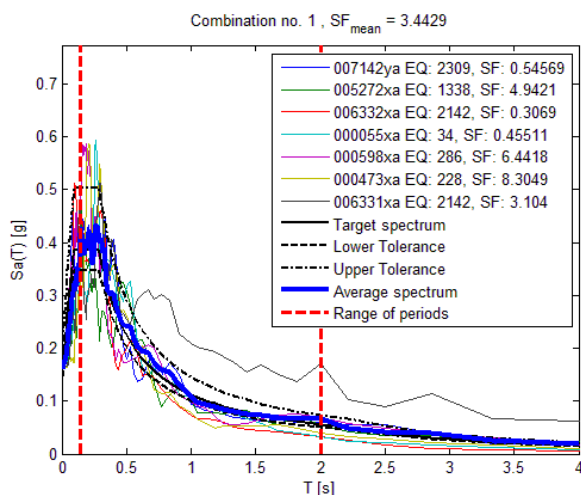


Curve di decadimento dei moduli  $G/G_{max}$  e  $D$ , utilizzate per descrivere il comportamento dei materiali coesivi e granulari che compongono il sottosuolo in oggetto.

Trattandosi di una verifica diretta ai fini progettuali, in accordo con quanto esposto nel § 7.3 delle NTC 2018, l'analisi RSL in oggetto è stata svolta adottando come input sismico 7 accelerogrammi, corrispondenti allo stato limite SLV. Gli accelerogrammi reali e misurati, sono stati individuati mediante l'utilizzo del software REXEL v. 3.5 (Computer aided code-based real record selection for

seismic analysis of structures) realizzato dal Dipartimento di Strutture per l'ingegneria e l'architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. Utilizzando le coordinate relative al sito di riferimento, considerando una categoria di sottosuolo A e una classe d'uso pari a III e una vita nominale pari a 50 anni, sono stati definiti n. 7 accelerogrammi per lo stato limite SLV. Gli accelerogrammi sono stati prelevati dal "European Strong-motion Database".

## CLASSE D'USO 3

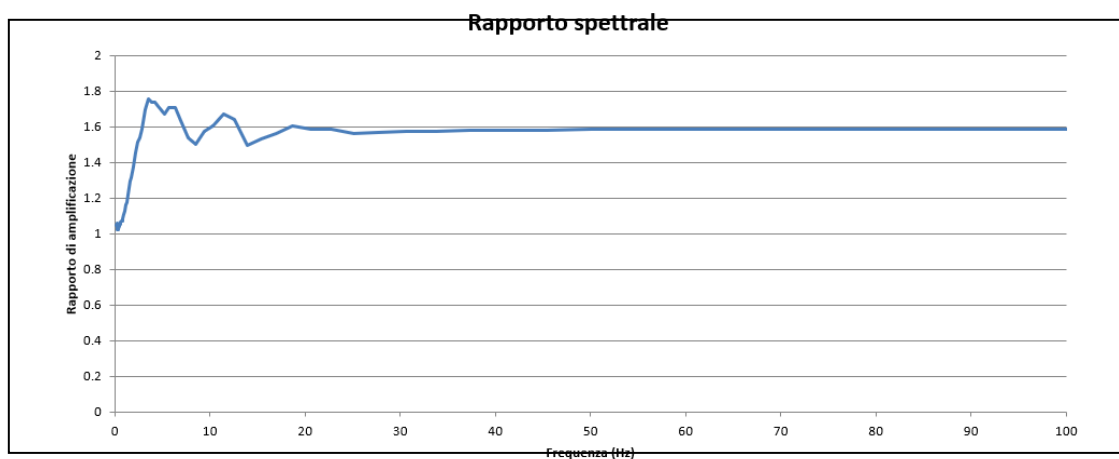
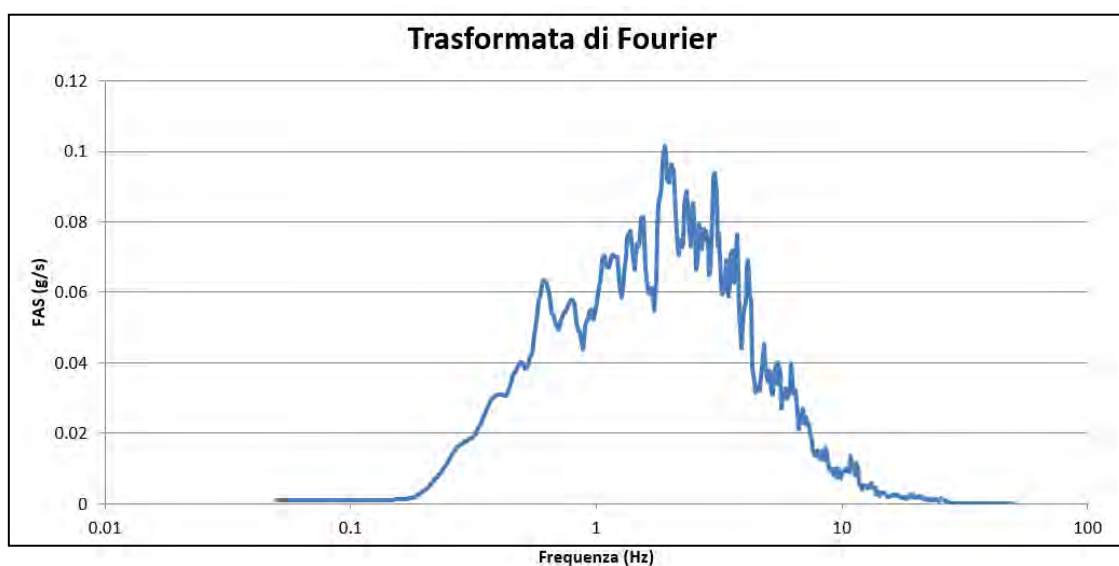
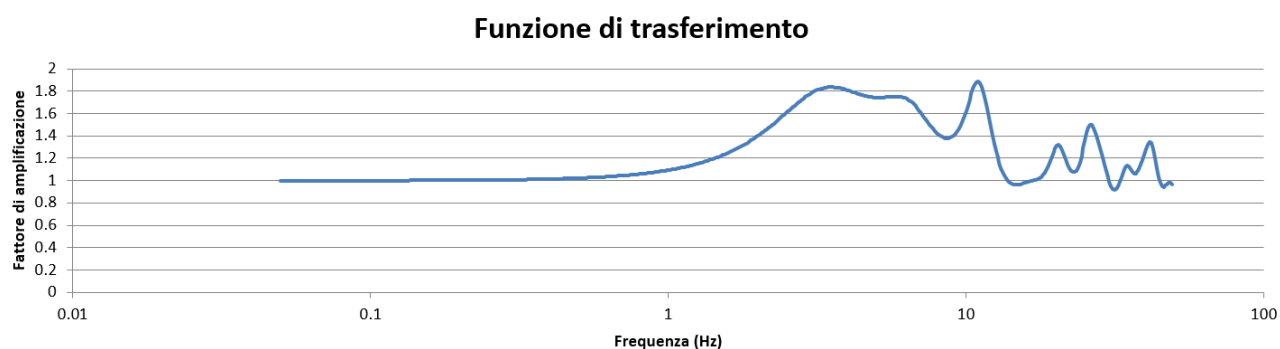


Forme spettrali relative agli accelerogrammi considerati

## RISULTATI OTTENUTI

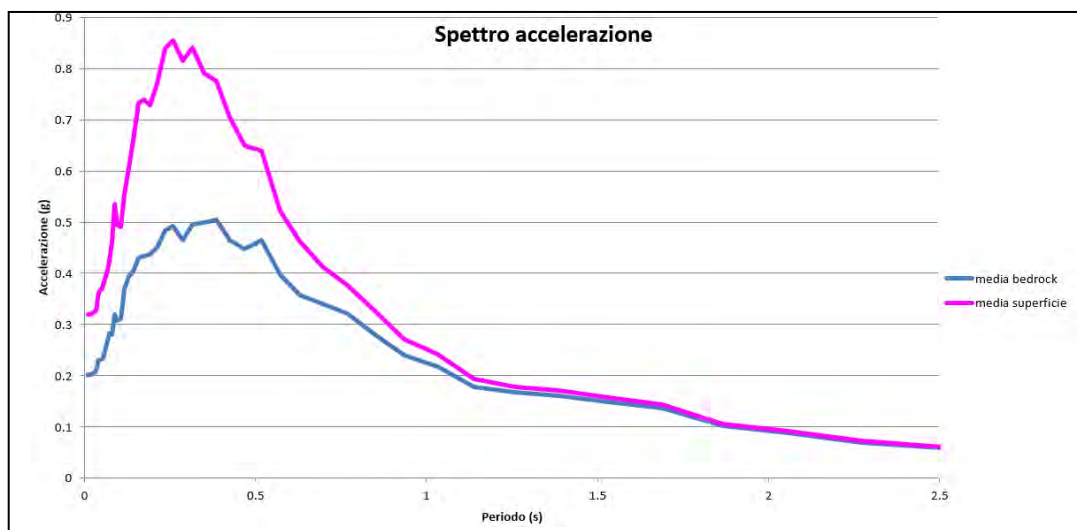
Sulla scorta delle verifiche svolte mediante software STRATA, in riferimento al modello considerato, è stato possibile definire, nel dominio delle frequenze, la funzione TF (Funzione di trasferimento) e rapporto spettrale di amplificazione associato. Per via grafica si inserisce successivamente la funzione di trasferimento TF ottenuta a seguito dell'analisi RSL in oggetto. Attraverso tale funzione è possibile definire il campo di frequenze entro il quale il sottosuolo, in corrispondenza del sito in oggetto, amplifica il segnale sismico, oltre che a quantificare l'amplificazione stessa.



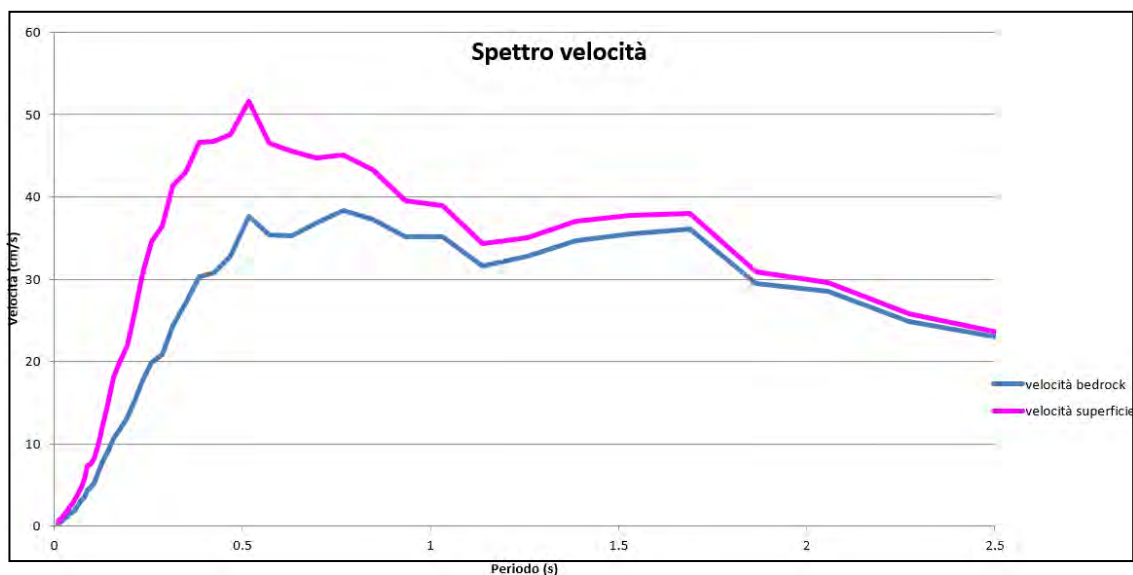


**Dall'alto: Funzione di Trasferimento, funzione FFT e rapporto spettrale di amplificazione.**

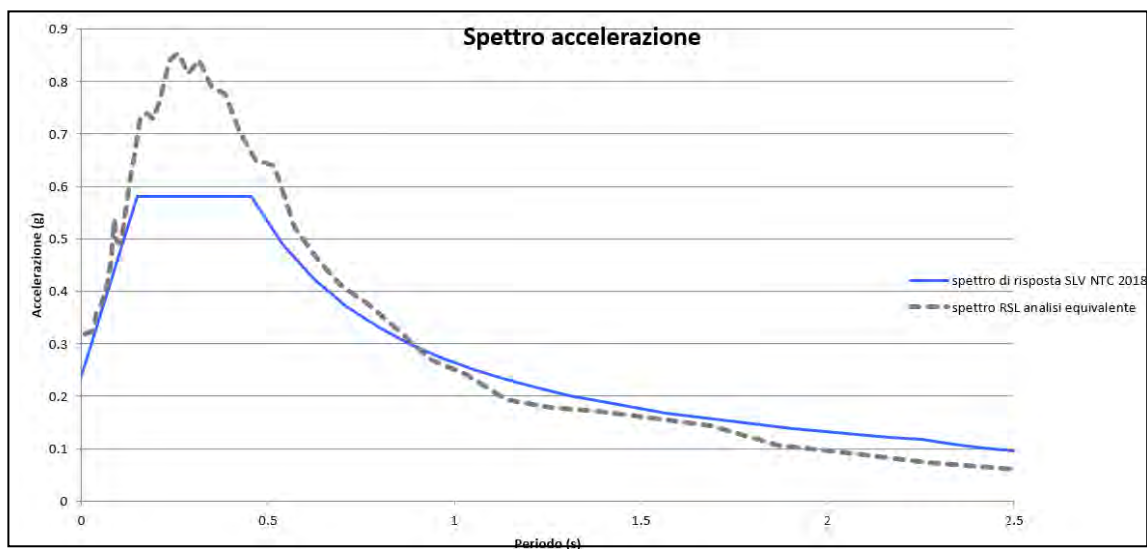
Definiti i parametri che descrivono il comportamento del sottosuolo nel campo elastico lineare equivalente e descritti gli accelerogrammi su suolo rigido validi per il sito in oggetto, attraverso il software STRATA sono state definite le seguenti forme spettrali, in termini accelerazione e velocità alla superficie:



Accelerazioni spettrali relative a un periodo di ritorno pari a 712 anni (SLV)



Velocità spettrali relative a un periodo di ritorno pari a 712 anni (SLV).



Spettro RSL e Spettro NTC

Periodo	PGA (median)		
0.01	0.319194604	0.212846	0.769757751
0.011037	0.319326583	0.234912	0.839784972
0.012181	0.319495633	0.259266	0.854617213
0.013444	0.319696602	0.286146	0.815097517
0.014838	0.319937565	0.315811	0.840780041
0.016376	0.320247285	0.348553	0.790130261
0.018074	0.320631574	0.384689	0.776221844
0.019947	0.321083634	0.424571	0.704465943
0.022015	0.321721118	0.468588	0.649844687
0.024298	0.322418895	0.517168	0.63975366
0.026817	0.323390988	0.570785	0.522197987
0.029597	0.324751049	0.629961	0.463485728
0.032666	0.327706994	0.695271	0.412046812
0.036052	0.335099597	0.767353	0.376750687
0.03979	0.355023554	0.846907	0.327789744
0.043915	0.365861688	0.934709	0.271068116
0.048468	0.368490028	1.031614	0.241771368
0.053493	0.376785913	1.138566	0.192996852
0.059038	0.390421029	1.256605	0.178591263
0.065159	0.399196585	1.386883	0.171310726
0.071914	0.423910869	1.530666	0.158058496
0.07937	0.460733505	1.689356	0.143955705
0.087599	0.536243643	1.864499	0.106013887
0.09668	0.493655348	2.057799	0.092196821
0.106704	0.489731883	2.271139	0.072852178
0.117766	0.554609095	2.506597	0.060222812
0.129975	0.605918205	2.766465	0.048274798
0.14345	0.65912181	3.053276	0.040314689
0.158322	0.732724411	3.369821	0.033269005
0.174736	0.738706611	3.719184	0.025737228
0.192852	0.728544606	4.104766	0.019478574
		4.530323	0.013211353
		5	0.00907548

Dai risultati sopra esposti dell'analisi di risposta sismica locale si ottiene un valore di accelerazione massima attesa al suolo del valore  $PGA_{max}=A_{max}=0.319g$  (per  $T=0$  s), valore che risulta maggiore rispetto al valore ottenuto mediante l'utilizzo dell'approccio semplificato dell'NTC 2018, pari a  $A_{max}=0.267g$ . Si ritiene pertanto più cautelativo considerare, ai fini della progettazione antisismica, il valore ottenuto con lo studio di risposta sismica locale, in quanto determina un'azione sismica maggiore.



#### **4.7 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE (§ 7.11.3.4 NNTC 2018)**

---

##### *Cenni teorici*

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio, con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. I fenomeni di liquefazione interessano i depositi sabbiosi saturi e dipendono da:

- proprietà geotecniche dei terreni;
- caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata;
- genesi e storia geologica dei terreni;
- fattori ambientali.

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche, è soggetto soltanto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti (in campo libero e con superficie piana).

Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza.

Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce. La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Di conseguenza, maggiore è la durata di un terremoto (maggiore numero di cicli), più alta è la possibilità che si arrivi alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione.

Il terreno può essere però soggetto a sforzi di taglio statici dovuti alla presenza di strutture in superficie o alla sua particolare posizione (per es. al di sotto di un versante). In questo caso l'instaurarsi del fenomeno della liquefazione dipende, oltre che dalle caratteristiche del sisma, anche dal rapporto che si stabilisce tra le tensioni di taglio indotte da quest'ultimo e quelle statiche preesistenti al terremoto.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso.

Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

Anche la distribuzione, la forma delle particelle e il grado di uniformità influenzano notevolmente il fenomeno, per le implicazioni che questi fattori hanno sulla resistenza al taglio e per il modo di dissiparsi della pressione interstiziale in eccesso.

Per quanto riguarda la storia delle sollecitazioni sismiche, si può affermare che precedenti deformazioni moderate influiscano positivamente sulla resistenza del deposito, mentre una storia caratterizzata da alti livelli di deformazione (deposito già soggetto a liquefazione) ha effetti negativi sul potenziale di riliquefazione.

I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti. A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo.

Inoltre, la struttura di un deposito antico sarà resa più stabile e omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

Dopo aver caratterizzato il terreno attraverso l'interpretazione di dati da prove penetrometriche statiche CPT, è stata eseguita una stima del rischio di liquefazione di terreni sotto falda in condizioni sismiche, mediante il metodo semplificato di "Robertson & Wride".

I metodi semplificati richiedono che venga definito un sisma di progetto, attraverso l'introduzione dell'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie e della magnitudo di riferimento. I dati del sisma di progetto sono stati ricavati attraverso l'analisi probabilistica dei dati del Catalogo Sismico Nazionale.

Tutti i metodi semplificati permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilitabile nello strato (  $R$  ) e lo sforzo tangenziale indotto dal sisma (  $T$  ). In pratica si avrà:

$$F_s = \frac{R}{T}$$

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione se il coefficiente di sicurezza  $F_s$  sarà minore di 1.

La grandezza  $T$  dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto).  $R$  è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche statiche.

La grandezza  $T$  viene ricavata attraverso la relazione:

$$T = 0.65 \frac{a_{\max}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d \frac{1}{MSF};$$

dove:

$a_{\max}$	= accelerazione sismica massima;
$g$	= accelerazione di gravità = 980.7 cm/s <sup>2</sup> ;
$\sigma_{v0}$	= pressione verticale totale alla profondità $z$ dal p.c.;
$\sigma'_{v0}$	= pressione verticale efficace alla profondità $z$ dal p.c.;
$r_d$	= coefficiente funzione della profondità dal p.c., valutabile secondo il seguente schema: $r_d = 1 - 0.00765z$ per $z \leq 9.15$ m $r_d = 1.174 - 0.0267z$ per $9.15 < z \leq 23$ m $r_d = 0.774 - 0.008z$ per $23 < z \leq 30$ m $r_d = 0.5$ per $z > 30$ m
$MSF$	= coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma.

Viene considerato non liquefacibile un deposito in cui sia  $F_s > 1$ .

#### Calcolo dell'indice di liquefacibilità

Una stima del rischio di liquefazione complessivo lungo una verticale di calcolo viene fornita dal parametro indice di liquefazione  $IL$ . Tale indice viene definito dalla seguente relazione:

$$IL = \sum_{i=1}^n F W(z) \Delta z$$

dove:

$n$	= numero degli intervalli di calcolo di $F_s$ lungo la verticale;
$F$	= $1 - F_s$ per $F_s \leq 1$ e $F = 0$ per $F_s > 1$ ;
$\Delta z$	= spessore dell'intervallo di calcolo;
$W(z)$	= $10 - 0.5z$ , con $z$ = profondità di calcolo (massimo 20 m).

In base al valore di  $IL$  ottenuto è possibile fornire un'indicazione del rischio di liquefazione attraverso la In base al valore di  $LPI$  ottenuto è possibile fornire un'indicazione del rischio di liquefazione. In considerazione delle linee guida emesse dalla Regione Emilia Romagna, a seguito degli eventi sismici di maggio e giugno 2012, si considera la classificazione di rischio definita da Somnez (2003):

INDICE DI

Rischio di liquefazione



LIQUEFAZIONE	
LPI=0	Molto basso
$0 < \text{LPI} \leq 2$	Basso
$2 < \text{LPI} \leq 5$	Moderato
$5 < \text{LPI} \leq 10$	Alto
$15 > \text{LPI}$	Molto alto

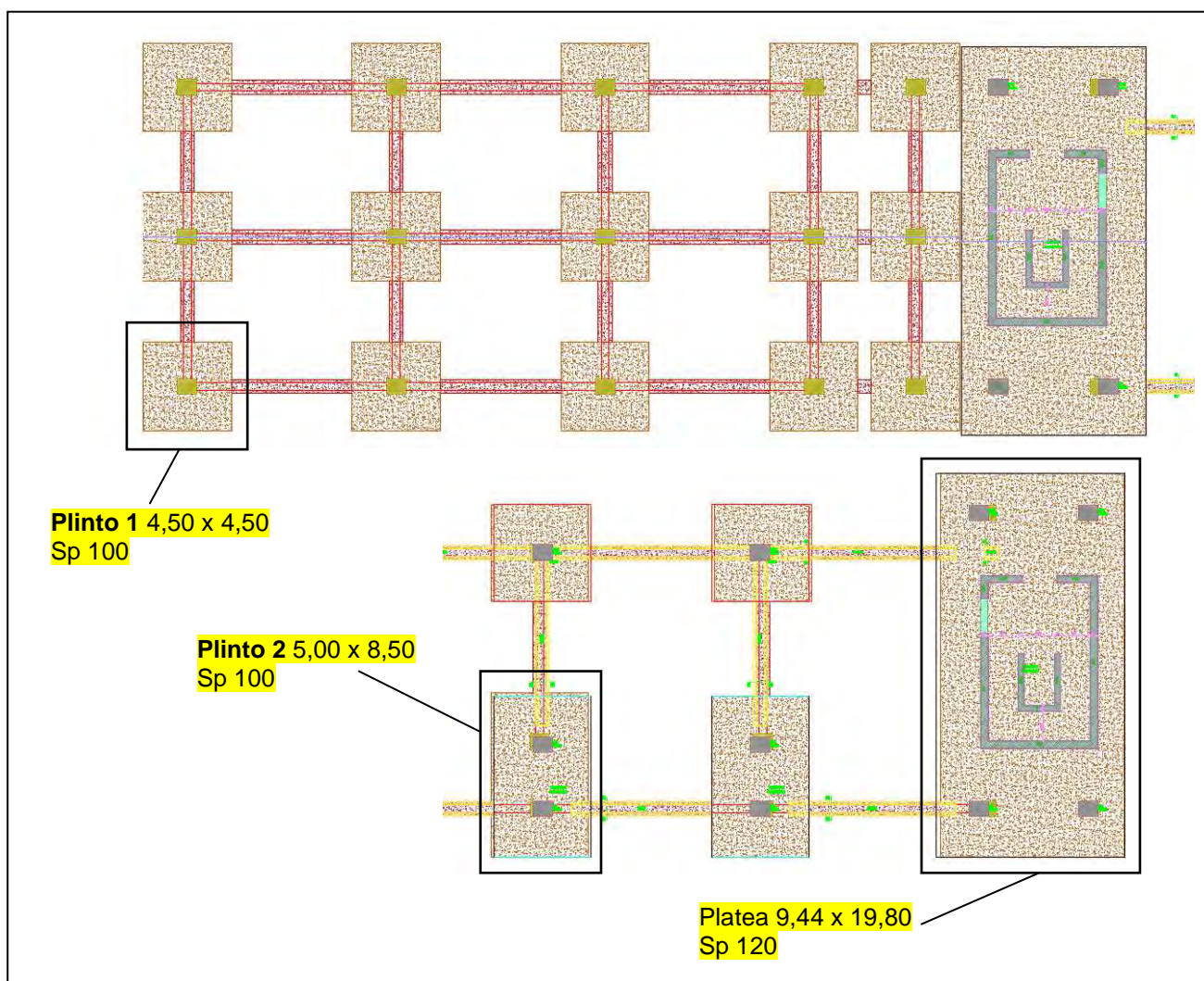
La verifica della stabilità del sito nei confronti della liquefazione è stata eseguita considerando una magnitudo di riferimento pari a  $M=6.14$ , una accelerazione massima al suolo  $A_{max}= 0.279g$  (ricavata dall'analisi di risposta sismica locale), e la soggiacenza della falda alla quota  $D_w = - 9.20$  m da p.c..

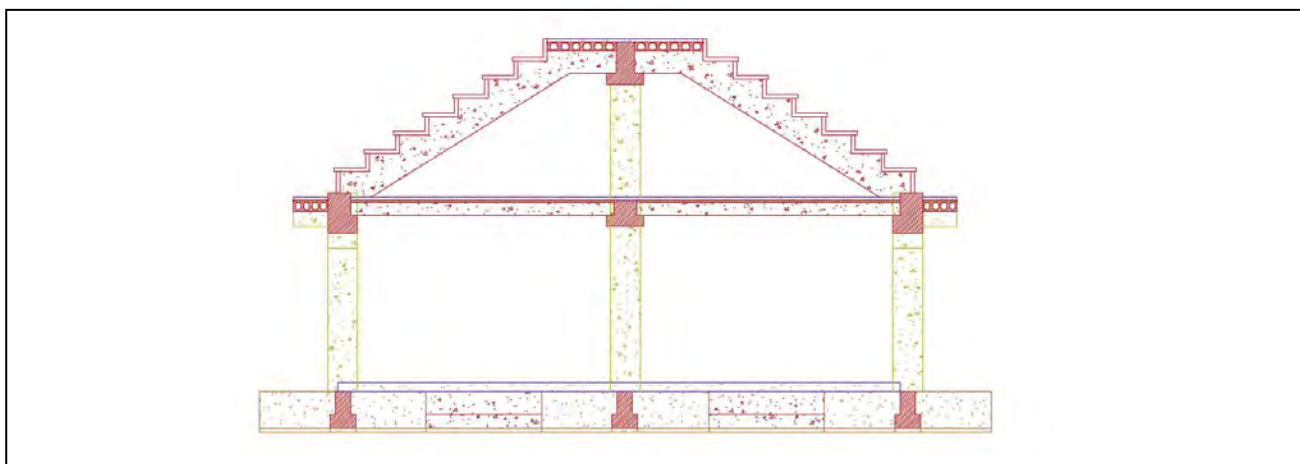
A seguito della verifica, in riferimento alla verticale di prova CPT n.1 e n.5, è stato ottenuto il seguente valore di LPI:

INDAGINE	INDICE DI LIQUEFAZIONE LPI	RISCHIO
CPT 1	0.0	MOLTO BASSO
CPT 5	0.0	MOLTO BASSO

## 5 VERIFICHE GEOTECNICHE

Al fine di verificare il sistema terreno-fondazione da un punto di vista geotecnico, sono state considerate, per la tribuna in oggetto, diverse tipologie di fondazioni in c.a., di seguito illustrate.





Si precisa che non verrà messa in alcun modo in comunicazione la superficie con la falda acquifera in quanto l'opera in progetto sarà impostata su fondazioni superficiali.

Si riportano di seguito i dati relativi al terreno e alle fondazioni considerate.

#### Parametri del terreno

peso specifico terreno naturale	$\gamma$	=	1800 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 18.00 kN/m <sup>3</sup>
peso specifico terreno saturo	$\gamma'$	=	2100 kg/m <sup>3</sup> $\approx$ 21.00 kN/m <sup>3</sup>
coesione non drenata caratteristica	$C_{uk}$	=	0.70 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 70.0 kN/m <sup>2</sup>
coesione efficace caratteristica	$C'_k$	=	0.07 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 7.0 kN/m <sup>2</sup>
Modulo di deformazione edometrico	$M_o$	=	50.0 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 5000 kN/m <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_s$	=	98.0 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 9800 kN/m <sup>2</sup>
angolo d'attrito caratteristico	$\phi_k$	=	22°
profondità falda freatica	$D_w$	=	-9.20 m da p.c.

#### PLINTO 1

larghezza della base	$B$	=	4.50 m
lunghezza della fondazione	$B'$	=	4.50 m
profondità della quota di imposta	$D$	=	-1.40 m da p.c.
carico applicato al terreno di fondazione	$P$	=	1.60 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 160 kN/m <sup>2</sup>

#### PLINTO 2

larghezza della base	$B$	=	5.00 m
lunghezza della fondazione	$B'$	=	8.50 m
profondità della quota di imposta	$D$	=	-1.40 m da p.c.
carico applicato al terreno di fondazione	$P$	=	1.30 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 130 kN/m <sup>2</sup>

#### PLATEA



larghezza della base	B	=	9.44 m
lunghezza della fondazione	B'	=	19.80 m
profondità della quota di imposta	D	=	-1.60 m da p.c.
carico applicato al terreno di fondazione	P	=	1.10 kg/cm <sup>2</sup> ≈ 110 kN/m <sup>2</sup>

## 5.1 VERIFICA DEI CEDIMENTI

È stato eseguito il calcolo della distribuzione delle tensioni indotte al terreno di fondazione dall'intervento in progetto secondo il metodo di Newmark (**Allegato n. 2**).

Il metodo di Newmark si basa sul presupposto che il terreno di fondazione possa essere assimilato ad uno spazio semi-infinito a comportamento perfettamente elastico, omogeneo e isotropo. Per la verifica dei cedimenti sono stati considerati i parametri geotecnici emersi dall'elaborazione delle prove penetrometriche eseguite in sito. Tutto ciò premesso, sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Tipologia fondazione	CEDIMENTI - Metodo di calcolo degli strati coesivi di Steinbrenner		
	Quota di imposta da piano campagna (m) <b>D</b>	Carico applicato sul terreno <b>P</b>	Cedimento totale del terreno di fondazione
<b>PLINTO 1</b>	-1.40 m da p.c.	1.60 Kg/cm <sup>2</sup> ≈ 160 kN/m <sup>2</sup>	S = 4.45 cm
<b>PLINTO 2</b>	-1.40 m da p.c.	1.30 Kg/cm <sup>2</sup> ≈ 130 kN/m <sup>2</sup>	S = 4.00 cm
<b>PLATEA</b>	-1.60 m da p.c.	1.10 Kg/cm <sup>2</sup> ≈ 110 kN/m <sup>2</sup>	S = 4.21 cm

## 5.2 MODULO DI SOTTOFONDO

Il modello di Winkler considera il terreno come formato da una distribuzione di vincoli semplici bilaterali elastici. La relazione che ne regola il comportamento è di tipo lineare tra il cedimento ( $w$ ) e la pressione di contatto ( $p$ ):  $p = kw$ .

Il parametro  $k$  è detto costante di sottofondo. Come è noto,  $k$  non dipende solo dal terreno ma anche dai carichi applicati, dalle proprietà del terreno, dalla forma e le dimensioni della fondazione. Utilizzando la Formula di Bowles (1974):

$$k \text{ (kN/mc)} = 40 \cdot Q_{lim} \cdot F_c$$

dove  $F_c = 2.54/\text{cedimento della fondazione (cm)}$ , considerando i cedimenti di riferimento calcolati ed i carichi ipotizzati e sopra riportati, si sono ottenuti i seguenti risultati per il modulo di sottofondo (o costante di Winkler):

Tipologia fondazione	CEDIMENTI - Metodo di calcolo degli strati coesivi di Steinbrenner		
	Carico applicato sul terreno <b>P</b>	Cedimento di riferimento	Modulo di sottofondo (K di Winkler)
<b>PLINTO 1</b>	1.60 Kg/cm <sup>2</sup> ≈ 160 kN/m <sup>2</sup>	S = 4.45 cm	K = 1.10 kg/cm <sup>3</sup>
<b>PLINTO 2</b>	1.30 Kg/cm <sup>2</sup> ≈ 130 kN/m <sup>2</sup>	S = 4.00 cm	K = 1.00 kg/cm <sup>3</sup>
<b>PLATEA</b>	1.10 Kg/cm <sup>2</sup> ≈ 110 kN/m <sup>2</sup>	S = 4.21 cm	K = 0.80 kg/cm <sup>3</sup>

### 5.3 VERIFICA NEI CONFRONTI DEGLI SLU (6.4 NNTC 2018)

In relazione a quanto esposto nella normativa tecnica nazionale NTC 2018, si procede alla verifica nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) di resistenza del terreno (GEO) relativamente alle opere di fondazione in oggetto, di tipo superficiale, fornendo il valore di resistenza offerta dal sistema geotecnico (Rd GEO). Il valore di progetto della resistenza Rd può essere determinato:

- in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale  $\gamma_M$  specificato nella Tab. 6.2.II (NNTC 2018) e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

Le verifiche sono effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

Fattori correttivi sismici: Paolucci e Pecker (1997)

Per tener conto degli effetti inerziali indotti dal sisma nei riguardi della determinazione del qlim vengono introdotti, all'interno della formula di Terzaghi, i fattori correttivi z:

$$z_c = 1 - 0.32 \cdot K_h \quad z_q = \left(1 - \frac{k_{q1}}{\tan \varphi}\right)^{0.35} \quad z_y = z_q$$

Dove il  $K_h$  è il coefficiente sismico orizzontale. Le verifiche sono state effettuate considerando quindi i seguenti parametri sismici:

-  $a_{MAX}$  (ag/g): 0.267g (relativa a SLV ;  $T_r = 475$  anni);

- coefficiente intensità sismica del terreno  $K_h$ : 0.064

La determinazione della resistenza  $R_d$  GEO è stata svolta nella condizione sia a breve che a lungo termine per l'intervento in progetto. La resistenza  $R_d$  calcolata in condizioni "non drenate" dove  $C_u \neq 0$  e  $\phi = 0$ , applicando il coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata secondo la seguente relazione  $C_{ud} = C_{uk} / 1.0$ , per cui si avrà  $C_{ud} = C_{uk}$ , dove  $C_{ud}$  = coesione non drenata di progetto e  $C_{uk}$  = coesione non drenata caratteristica, sarà pari a:

Tipologia fondazione	CONDIZIONE STATICA – CONDIZIONI NON DRENATE – A1+M1+R3		
	Profondità di imposta	Dimensioni della fondazione	Carico limite ultimo SLU F.S. = 2.3 (Terzaghi)
<b>PLINTO 1</b>	-1.40 m da p.c.	B=4.50 m x L=4.50 m	2.34 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 234 kN/m <sup>2</sup>
<b>PLINTO 2</b>	-1.40 m da p.c.	B=5.00 m x L=8.50 m	1.84 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 184 kN/m <sup>2</sup>
<b>PLATEA</b>	-1.60 m da p.c.	B=9.44 m x L=19.80 m	1.86 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 186 kN/m <sup>2</sup>

La resistenza  $R_d$  calcolata in condizioni "drenate" seguendo l'Approccio 2, combinazione (A1 + M1 + R3), applicando il coefficiente di riduzione parziale per la tangente dell'angolo di attrito secondo la relazione:  $\tan \phi'd = \tan \phi'k / 1.0$ , dove  $\phi'd$  è l'angolo d'attrito di progetto, ne deriva, essendo  $\phi'k = \phi'd$ . Quindi secondo la formula di Terzaghi si ottiene, per l'intervento in progetto uno stato limite ultimo pari a:

Tipologia fondazione	CONDIZIONE STATICA – CONDIZIONI DRENATE – A1+M1+R3		
	Profondità di imposta	Dimensioni della fondazione	Carico limite ultimo SLU F.S. = 2.3 (Terzaghi)
<b>PLINTO 1</b>	-1.40 m da p.c.	B=4.50 m x L=4.50 m	2.70 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 270 kN/m <sup>2</sup>
<b>PLINTO 2</b>	-1.40 m da p.c.	B=5.00 m x L=8.50 m	2.87 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 287 kN/m <sup>2</sup>
<b>PLATEA</b>	-1.60 m da p.c.	B=9.44 m x L=19.80 m	4.14 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 414 kN/m <sup>2</sup>

Tipologia fondazione	CONDIZIONE SISMICHE DRENATE – A1+M1+R3		
	Profondità di imposta	Dimensioni della fondazione	Carico limite ultimo SLU F.S. = 2.3 (Terzaghi)
<b>PLINTO 1</b>	-1.40 m da p.c.	B=4.50 m x L=4.50 m	2.58 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 258 kN/m <sup>2</sup>
<b>PLINTO 2</b>	-1.40 m da p.c.	B=5.00 m x L=8.50 m	2.74 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 274 kN/m <sup>2</sup>
<b>PLATEA</b>	-1.60 m da p.c.	B=9.44 m x L=19.80 m	3.94 kg/cm <sup>2</sup> $\approx$ 394 kN/m <sup>2</sup>



## 6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base dei dati emersi dall'elaborazione delle indagini geognostiche eseguite in sito nel gennaio 2020 e nel 2006 e dai dati forniti dall'interpretazione delle indagini geofisiche, in ottemperanza alle NTC 2018, si riassume quanto segue:

- la caratterizzazione sismica del sito, condotta sulla base di indagini sismiche di tipo MASW e HVSr, ha permesso di determinare la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità:

<b>indagine sismica MASW</b>	<b>Vs30</b>	<b>Categoria sottosuolo</b>
1	312 m/s	C
2	623 m/s	B
3	387 m/s	B
<b>indagine sismica HVSr</b>	<b>Vs30</b>	<b>Categoria sottosuolo</b>
1	332 m/s	C

e di classificare il terreno di fondazione come appartenente alla categoria C (categoria più cautelativa)

- Inoltre è stata definita un'accelerazione di riferimento propria, in funzione delle coordinate geografiche dell'area e della vita nominale dell'opera. Per l'area in oggetto, in relazione a diversi periodi di riferimento TR di 712 anni è stato definito un parametro di accelerazione massima attesa  $a_g$  pari a  $a_g = 0.187$  da cui è stato ricavato, con l'approccio semplificato alle NTC 2018, un valori di  $A_{max}$  pari a 0.267.

Dai risultati delle analisi di risposta sismica locale si ottengono invece valori di accelerazione massima attesa al suolo del valore  $PGA_{max} = A_{max} = 0.319g$  (712 anni) (per  $T=0$  s), valore che risulta maggiore rispetto al valore ottenuti mediante l'utilizzo dell'approccio semplificato. Si ritiene pertanto più cautelativo considerare, ai fini della progettazione antisismica, il valore ottenuto con lo studio di risposta sismica locale, in quanto determina un'azione sismica maggiore.

- La tomografia elettrica ERT eseguita attraverso 13 profili geoelettrici di lunghezza totale di 1222 m (ogni profilo n°48 elettrodi (offset 2.0 m) – lunghezza totale 1 ert: 94 m) con configurazione elettrodica di tipo Schlumberger ci ha permesso di identificare l'andamento delle strutture geologiche nei primi 20 metri di profondità e di ipotizzare così l'evoluzione geomorfologica di tutta l'area. In particolare è emersa la presenza, in una porzione del sito indagato, di un paleoalveo del Fiume Secchia caratterizzato da ghiaie sabbiose addensate presenti sino al piano campagna.

- La verifica della stabilità del sito nei confronti della liquefazione è stata eseguita considerando una magnitudo di riferimento pari a  $M=6.14$ , una accelerazione massima al suolo  $A_{max}= 0.279g$  (ricavata dall'analisi di risposta sismica locale), e la soggiacenza della falda alla quota  $D_w = - 9.20$  m da p.c.. A seguito della verifica, in riferimento alle verticali di prova CPT n.1 e n.5, è stato ottenuto un rischi molto basso.
- si precisa che non verrà messa in alcun modo in comunicazione la superficie con la falda acquifera in quanto l'opera in progetto sarà impostata su fondazioni superficiali.

**Modena, 8 aprile 2021**

**Dott. Geol. Pier Luigi Dallari**



**Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche**

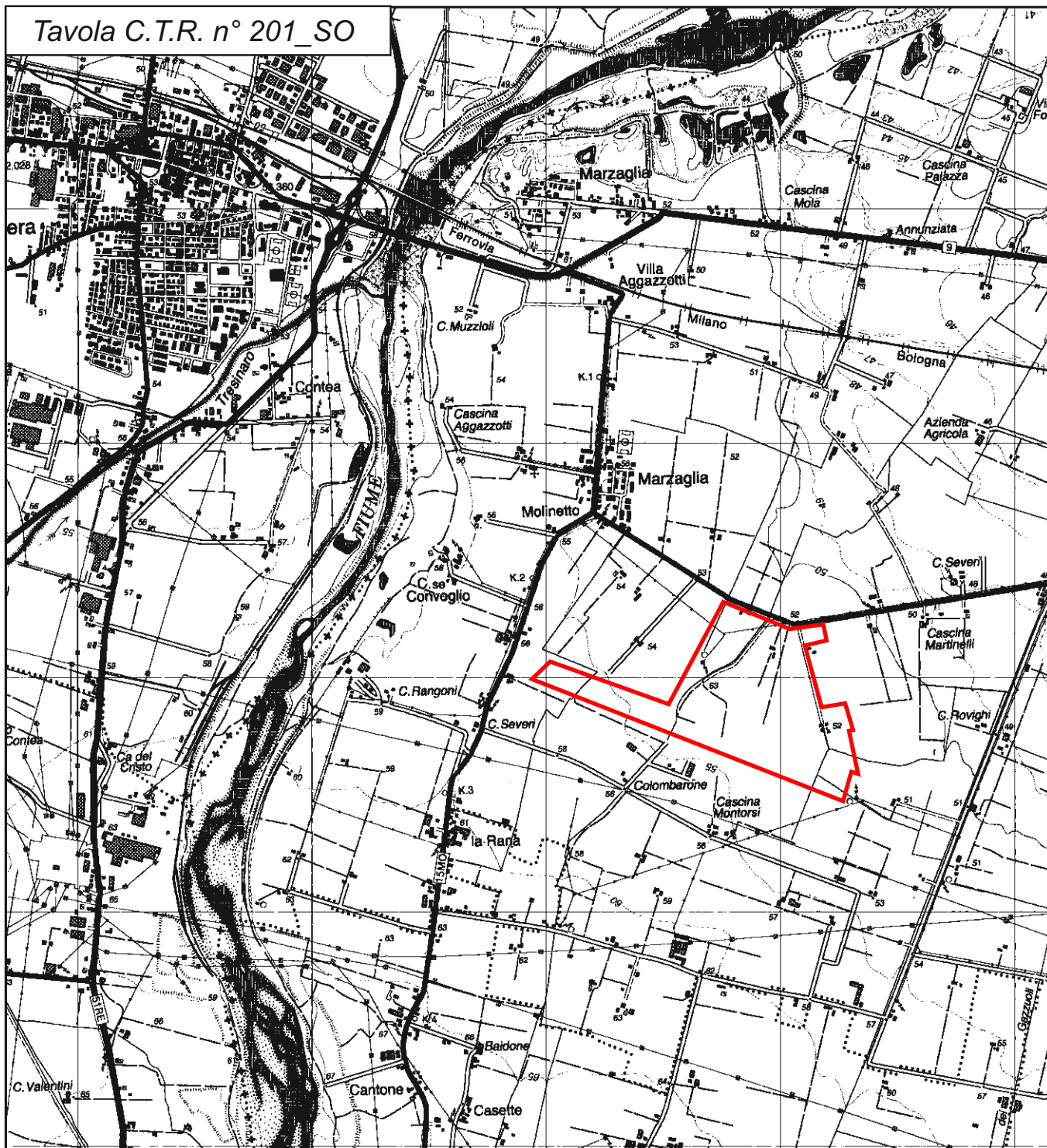
## TAVOLE



## GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche  
182, via C. Costa 41100 Modena - Tel. 059/3967169 - Fax. 059/5960176 - E-mail: info@geogroupmodena.it

Tavola C.T.R. n° 201\_SO



Tav. n. 1 "Carta corografica"  
Scala 1: 25000



### Legenda

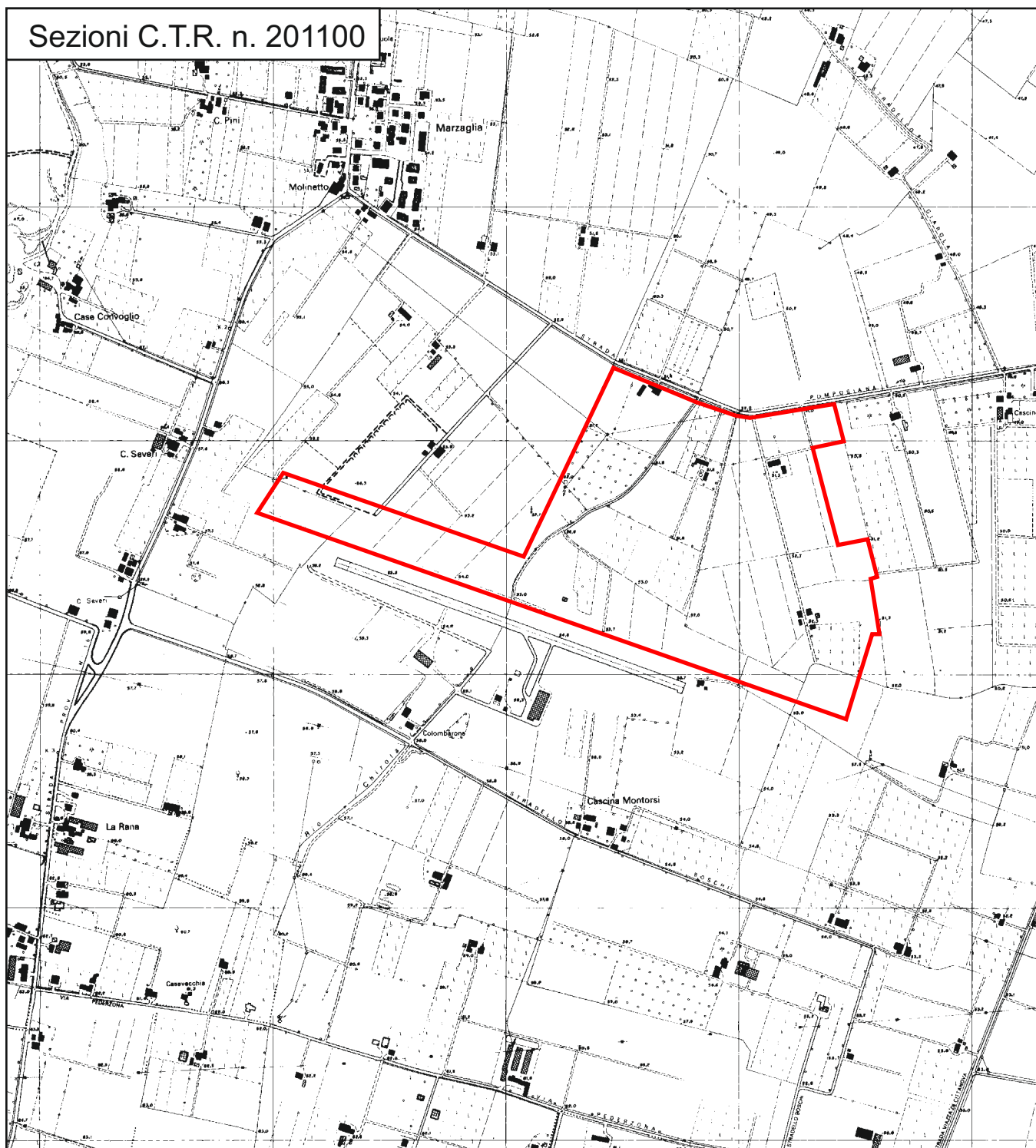


Area di interesse

# GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche  
182, via C. Costa 41100 Modena - Tel. 059/3967169 - Fax. 059/5332019- E-mail: info@geogroupmodena.it

## Sezioni C.T.R. n. 201100



Tav. n. 2 “Carta topografica”

Scala 1: 10000



Area di interesse



# GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche  
182, via C. Costa 41100 Modena - Tel. 059/3967169 - Fax. 059/5960176 - E-mail: info@geogroupmodena.it

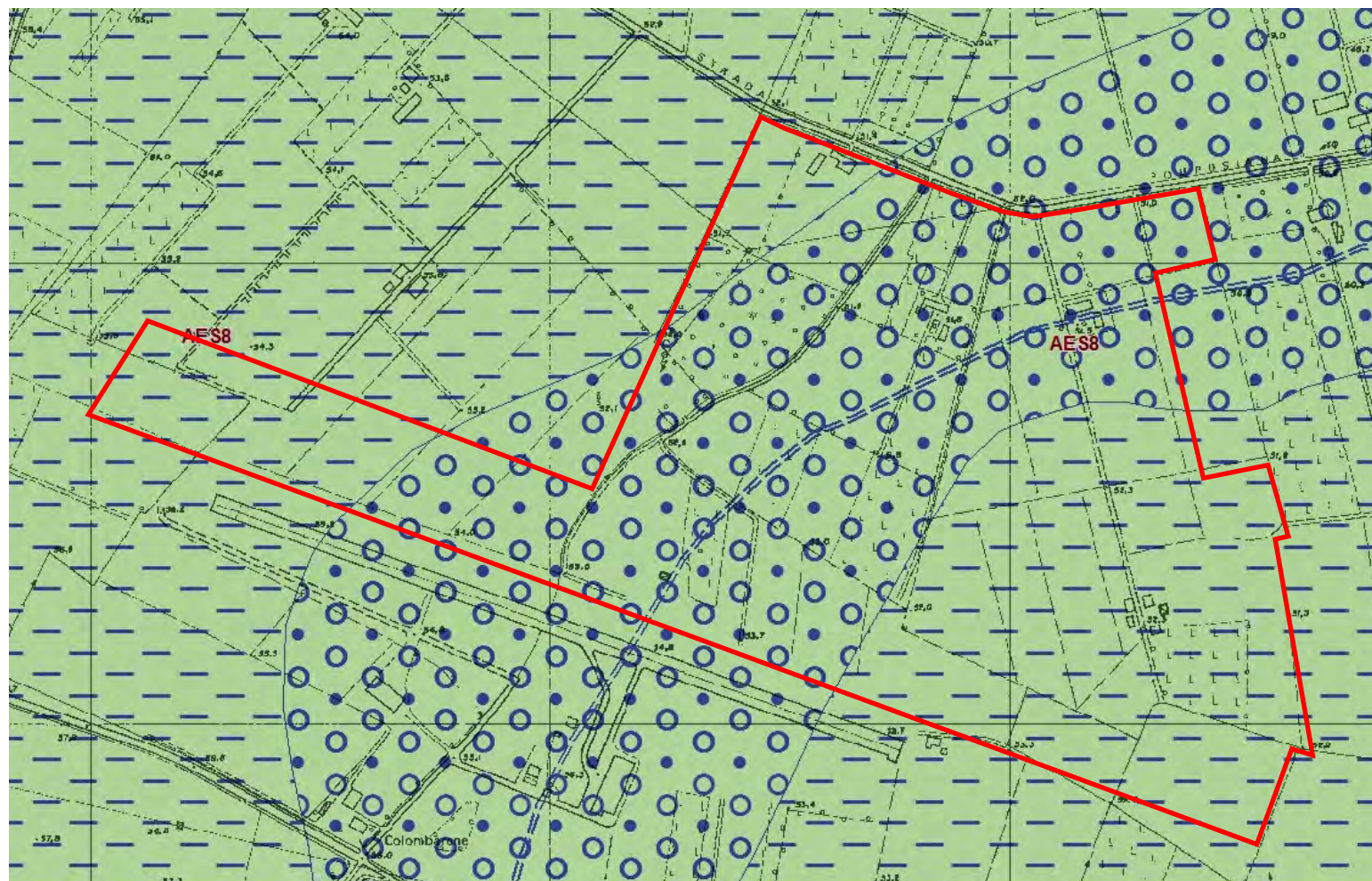
## Legenda



Tav. n. 3 “Ripresa fotografica aerea”  
(tratta da Google Maps)  
Scala grafica



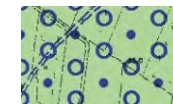




### Legenda



area di interesse



#### **AES8 - Subsistema di Ravenna**

Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Tessitura: Ghiaia sabbiosa.

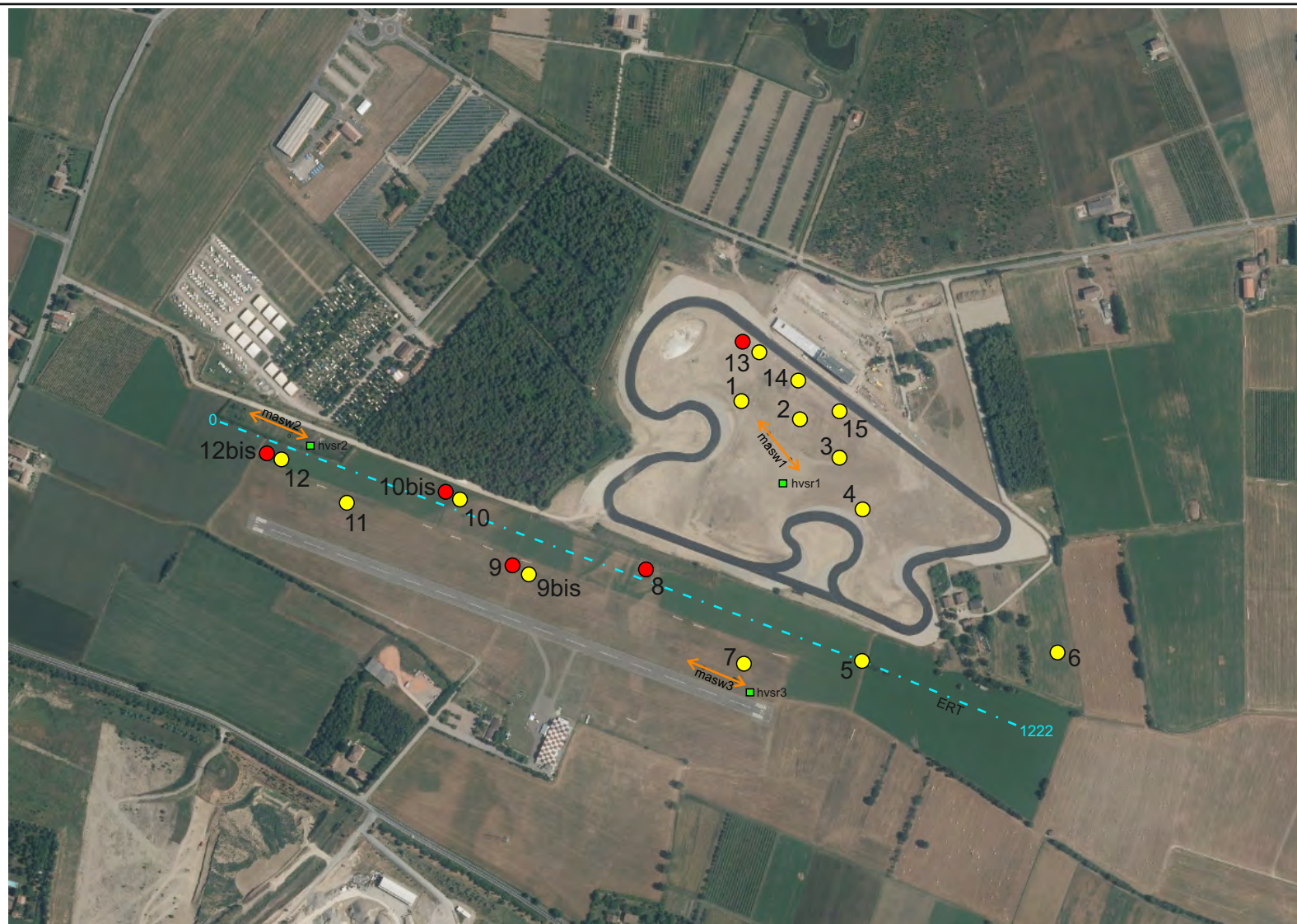


#### **AES8 - Subsistema di Ravenna**

Ghiaie e ghiaie sabbiose, passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Tessitura: Limo.







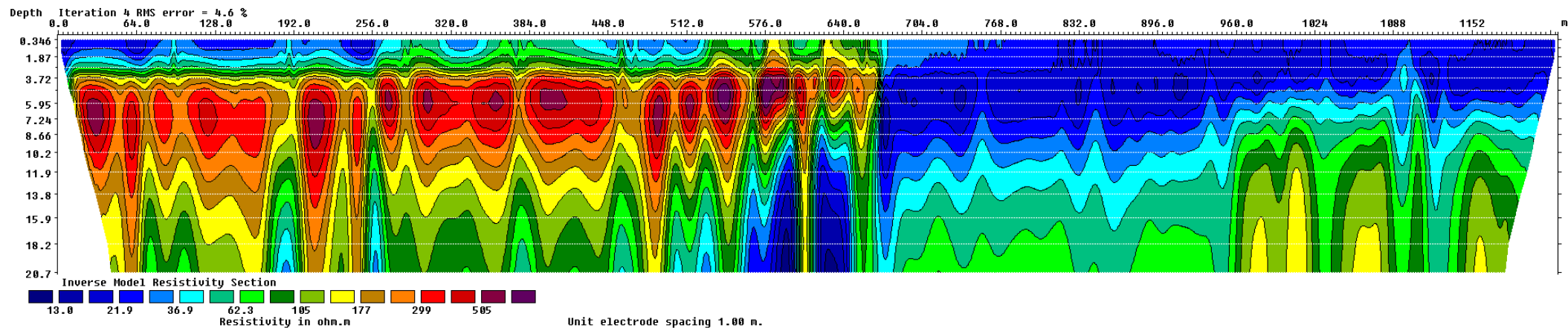
*Legenda*

- Prova penetrometrica dinamica DPSH
- Prova penetrometrica statica CPT
- ↘ Indagine sismica MASW
- Indagine sismica HVSr
- tomografia elettrica ERT

Tav. n. 5 “Ubicazioni delle indagini geotecniche”  
(tratta da Google Maps)  
Scala grafica







Tav. n. 6 “Tomografia elettrica ERT”  
Scala grafica



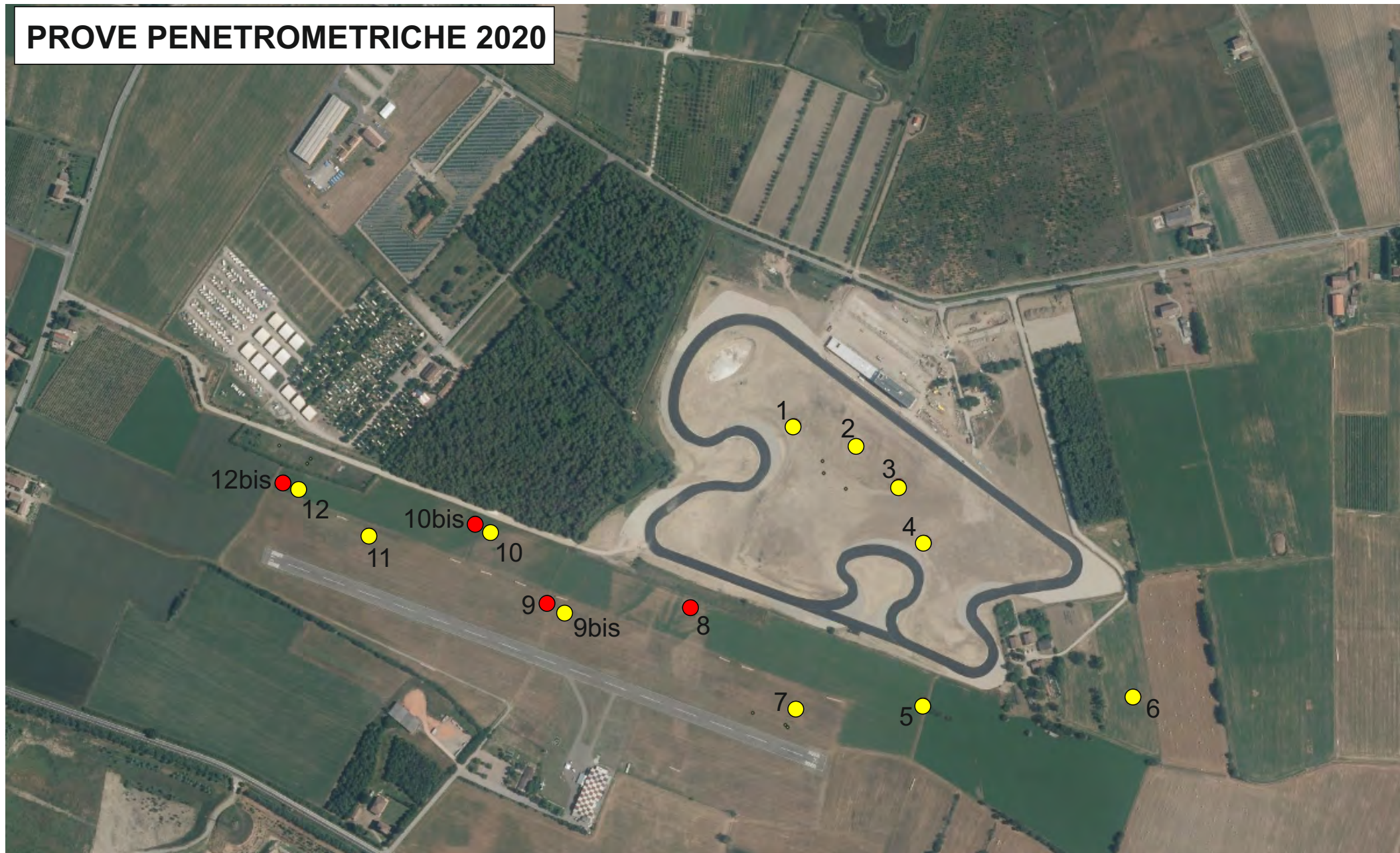


**Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche**

## ALLEGATO N° 1

Prove penetrometriche corredate di  
interpretazione geotecnica

# PROVE PENETROMETRICHE 2020



● Prova penetrometrica dinamica super-pesante DPSH

● Prova penetrometrica statica CPT

# PROVE PENETROMETRICHE STATICHE



## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

**Valutazioni in base al rapporto:**  $F = (q_c / f_s)$

**Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977**

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 1470 \text{ kPa}$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$1470 \text{ kPa} < F \leq 2940 \text{ kPa}$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$2940 \text{ kPa} < F \leq 5880 \text{ kPa}$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 5880 \text{ kPa}$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),  
ricavabili in base ai valori di  $q_c$  e di  $FR = (f_s / q_c) \% :$**

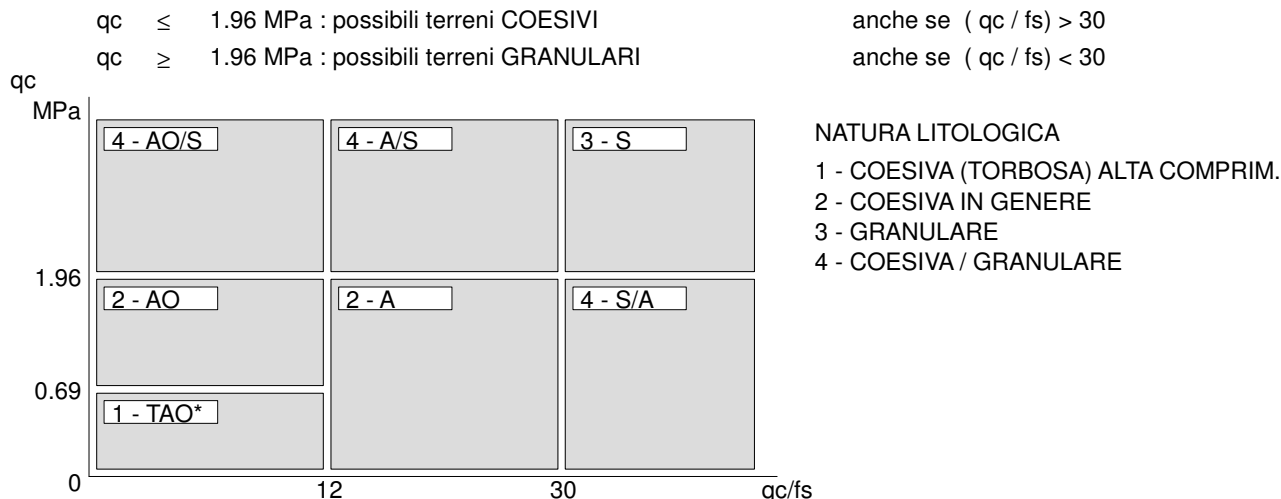
- AO	=	argilla organica e terreni misti
- Att	=	argilla (inorganica) molto tenera
- At	=	argilla (inorganica) tenera
- Am	=	argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac	=	argilla (inorganica) consistente
- Acc	=	argilla (inorganica) molto consistente
- ASL	=	argilla sabbiosa e limosa
- SAL	=	sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss	=	sabbia sciolta
- Sm	=	sabbia mediamente addensata
- Sd	=	sabbia densa o cementata
- SC	=	sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $q_c / f_s$  (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $q_c$  - natura ]  
 ( Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi) [ correlazioni :  $C_u$  -  $q_c$  ]
- $OCR$  = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [ correlazioni :  $OCR$  -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
 ( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- $E_u$  = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [ correl. :  $E_u$  -  $C_u$  -  $OCR$  -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast. ]  
 $E_{u50}$  -  $E_{u25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% ( Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $q_c$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
 Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983 )
- $M_o$  = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. :  $M_o$  -  $q_c$  - natura ]  
 Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- $D_r$  = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)  
 [ correlazioni :  $D_r$  -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  (Schmertmann 1976 ) ]
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  -  $D_r$  -  $q_c$  -  $\sigma'_{vo}$  )  
 $\phi'_{Ca}$  - Caquot (1948)  $\phi'_{Ko}$  - Koppejan (1948)  
 $\phi'_{DB}$  - De Beer (1965)  $\phi'_{Sc}$  - Schmertmann (1978)  
 $\phi'_{DM}$  - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.)  $\phi'_{Me}$  - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- $F.L.$  = fattore di liquefazione ( $F.L.1$  = Sabbie Pulite,  $F.L.2$  = Sabbie Limose)
- $V_s$  = velocità di propagazione delle onde sismiche ( Iyisan 1996 )

## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

**Strumento utilizzato:**  
**SP100 - GeoDeepDrill**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura:  $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( $\varnothing = 35.7 \text{ mm}$  -  $h = 133 \text{ mm}$  -  $A_m = 150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm/sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione  $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$   
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta:  $q_c \text{ (MPa)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale:  $f_s \text{ (kPa)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale:  $R_t \text{ (kPa)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta  $S \text{ (Kg)}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $CT$ .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $f_s$  viene computata 20 cm sopra la punta.

### CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N  $\approx$  100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1.000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t/m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

1 kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****1**

Riferimento

**003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 15/01/2020

Pagina 1

Elaborato

Falda -9.20 m da quota inizio

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	107.00	0									
0.40	18.0	34.0		1.76	73.00	25	4.1								
0.60	11.0	22.0		1.08	73.00	15	6.6								
0.80	9.0	20.0		0.88	93.00	10	10.3								
<b>1.00</b>	<b>10.0</b>	<b>24.0</b>		<b>0.98</b>	<b>67.00</b>	<b>15</b>	<b>6.7</b>								
1.20	10.0	20.0		0.98	73.00	14	7.3								
1.40	10.0	21.0		0.98	67.00	15	6.7								
1.60	14.0	24.0		1.37	80.00	18	5.7								
1.80	13.0	25.0		1.27	73.00	18	5.6								
<b>2.00</b>	<b>11.0</b>	<b>22.0</b>		<b>1.08</b>	<b>80.00</b>	<b>14</b>	<b>7.3</b>								
2.20	14.0	26.0		1.37	153.00	9	10.9								
2.40	22.0	45.0		2.16	120.00	18	5.5								
2.60	16.0	34.0		1.57	133.00	12	8.3								
2.80	60.0	80.0		5.88	67.00	90	1.1								
<b>3.00</b>	<b>10.0</b>	<b>20.0</b>		<b>0.98</b>	<b>60.00</b>	<b>17</b>	<b>6.0</b>								
3.20	10.0	19.0		0.98	80.00	13	8.0								
3.40	12.0	24.0		1.18	73.00	16	6.1								
3.60	17.0	28.0		1.67	73.00	23	4.3								
3.80	14.0	25.0		1.37	67.00	21	4.8								
<b>4.00</b>	<b>15.0</b>	<b>25.0</b>		<b>1.47</b>	<b>73.00</b>	<b>21</b>	<b>4.9</b>								
4.20	19.0	30.0		1.86	67.00	28	3.5								
4.40	19.0	29.0		1.86	73.00	26	3.8								
4.60	19.0	30.0		1.86	73.00	26	3.8								
4.80	25.0	36.0		2.45	93.00	27	3.7								
<b>5.00</b>	<b>24.0</b>	<b>38.0</b>		<b>2.35</b>	<b>87.00</b>	<b>28</b>	<b>3.6</b>								
5.20	23.0	36.0		2.25	107.00	21	4.7								
5.40	19.0	35.0		1.86	107.00	18	5.6								
5.60	20.0	36.0		1.96	73.00	27	3.7								
5.80	25.0	36.0		2.45	73.00	34	2.9								
<b>6.00</b>	<b>15.0</b>	<b>26.0</b>		<b>1.47</b>	<b>67.00</b>	<b>22</b>	<b>4.5</b>								
6.20	17.0	27.0		1.67	73.00	23	4.3								
6.40	21.0	32.0		2.06	113.00	19	5.4								
6.60	25.0	42.0		2.45	120.00	21	4.8								
6.80	22.0	40.0		2.16	93.00	24	4.2								
<b>7.00</b>	<b>15.0</b>	<b>29.0</b>		<b>1.47</b>	<b>80.00</b>	<b>19</b>	<b>5.3</b>								
7.20	16.0	28.0		1.57	80.00	20	5.0								
7.40	16.0	28.0		1.57	87.00	18	5.4								
7.60	16.0	29.0		1.57	100.00	16	6.3								
7.80	20.0	35.0		1.96	80.00	25	4.0								
<b>8.00</b>	<b>13.0</b>	<b>25.0</b>		<b>1.27</b>	<b>60.00</b>	<b>22</b>	<b>4.6</b>								
8.20	15.0	24.0		1.47	80.00	19	5.3								
8.40	12.0	24.0		1.18	73.00	16	6.1								
8.60	17.0	28.0		1.67	107.00	16	6.3								
8.80	20.0	36.0		1.96	87.00	23	4.4								
<b>9.00</b>	<b>13.0</b>	<b>26.0</b>		<b>1.27</b>	<b>87.00</b>	<b>15</b>	<b>6.7</b>								
9.20	12.0	25.0		1.18	80.00	15	6.7								
9.40	12.0	24.0		1.18	80.00	15	6.7								
9.60	14.0	26.0		1.37	67.00	21	4.8								
9.80	20.0	30.0		1.96	73.00	27	3.7								
<b>10.00</b>	<b>13.0</b>	<b>24.0</b>		<b>1.27</b>	<b>87.00</b>	<b>15</b>	<b>6.7</b>								
10.20	13.0	26.0		1.27	87.00	15	6.7								
10.40	16.0	29.0		1.57	120.00	13	7.5								
10.60	22.0	40.0		2.16	133.00	17	6.0								
10.80	18.0	38.0		1.76	127.00	14	7.1								
<b>11.00</b>	<b>16.0</b>	<b>35.0</b>		<b>1.57</b>	<b>120.00</b>	<b>13</b>	<b>7.5</b>								
11.20	17.0	35.0		1.67	107.00	16	6.3								
11.40	16.0	32.0		1.57	80.00	20	5.0								
11.60	12.0	24.0		1.18	67.00	18	5.6								
11.80	13.0	23.0		1.27	47.00	28	3.6								
<b>12.00</b>	<b>15.0</b>	<b>22.0</b>		<b>1.47</b>	<b>67.00</b>	<b>22</b>	<b>4.5</b>								
12.20	15.0	25.0		1.47	87.00	17	5.8								
12.40	13.0	26.0		1.27	200.00	7	15.4								
12.60	250.0	280.0		24.50	200.00	125	0.8								
12.80	350.0	380.0		34.30											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

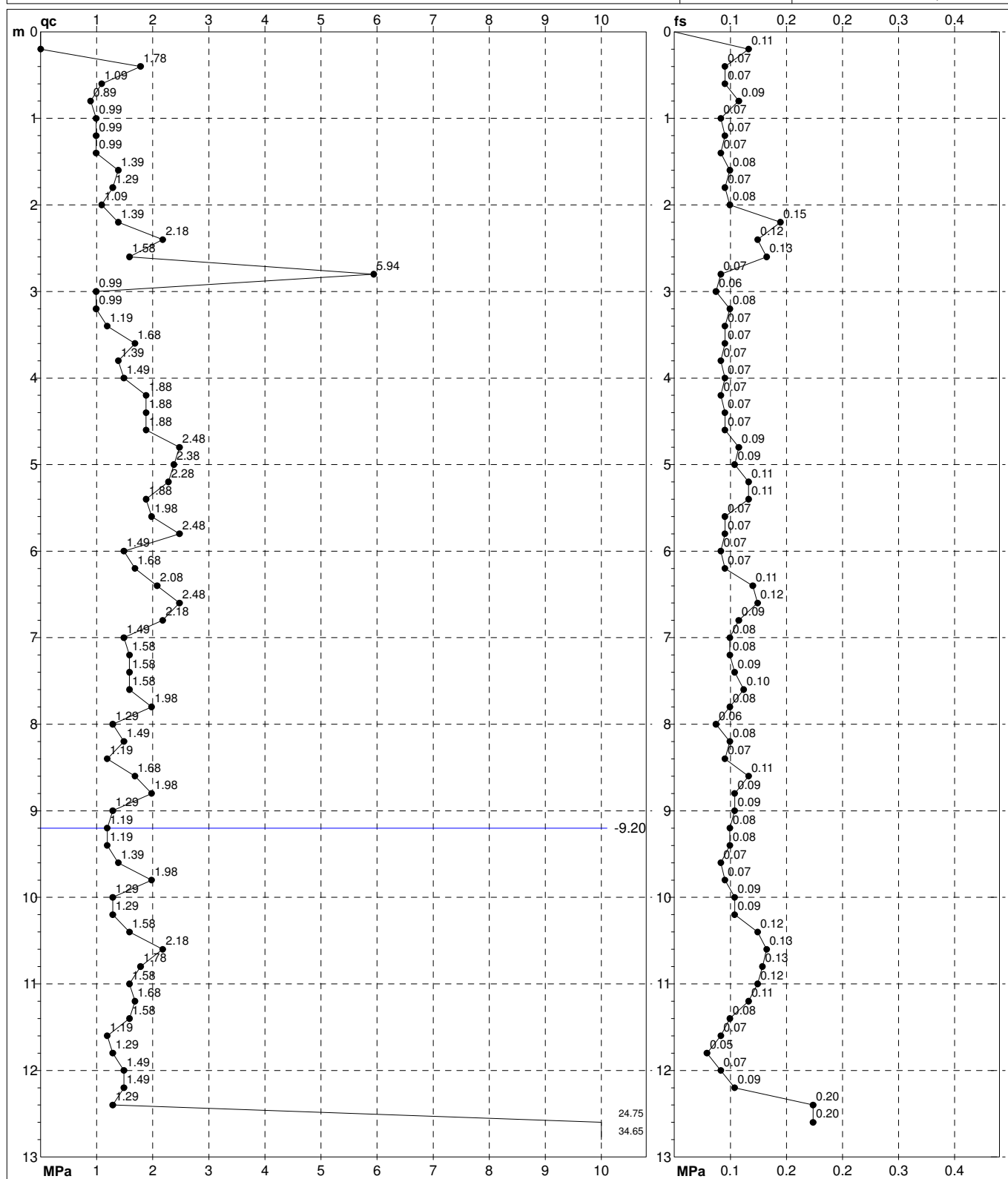
Riferimento

**1****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**Scala: **1:65**Pagina **1**

Elaborato

Data esec. **15/01/2020**

Quota inizio:

Falda **-9.20 m** da quota inizioPenetrometro: **SP100**

Responsabile:

Assistente:

preforo **m**Corr.astine: **kN/ml**

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**1**

**003-2020**

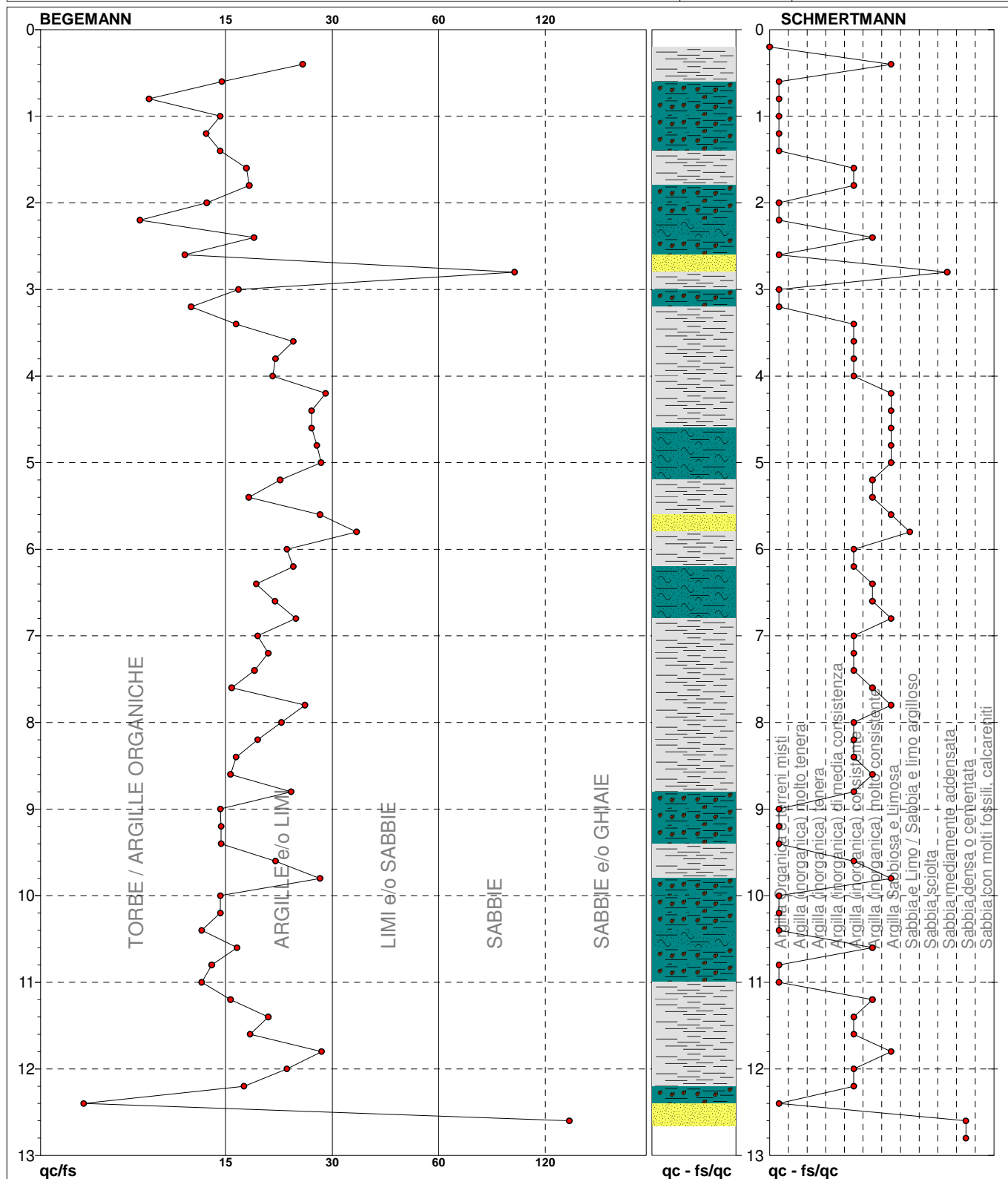
Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.:  
Scala:  
Pagina  
Elaborato

**MPa**  
**1:65**  
**1**

Data esec. 15/01/2020

Falda -9.20 m da quota inizio



TORBE / ARGILLE OR	18 punti, 28.13%	Argilla Organica e terreni misti	19 punti, 29.69%	Argilla Sabbiosa e Limosa	11 punti, 17.19%
ARGILLE e/o LIMI	42 punti, 65.63%	Argilla (inorganica) consistente	20 punti, 31.25%	Sabbia e Limi / Sabbia e limo argilloso	1 punti, 1.56%
LIMI e/o SABBIE	1 punti, 1.56%	Argilla (inorganica) molto consistente	9 punti, 14.06%	Sabbia mediamente addensata	1 punti, 1.56%
SABBIE	1 punti, 1.56%			Sabbia densa o cementata	1 punti, 1.56%
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 1.56%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820



**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**PARAMETRI GEOTECNICI****CPT**

Riferimento

**1****003-2020**Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 15/01/2020

Pagina 1  
Elaborato

Falda -9.20 m da quota inizio

H m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'_{vo}$ kPa	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2
0.20	--	--	?	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	1.76	24.66	2	1.85	7.3	164	73.5	99.9	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	1.08	15.07	2	1.85	10.9	137	52.6	45.0	8.9	13.4	4.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	0.88	9.68	2	1.85	14.5	127	44.1	25.2	7.5	11.2	3.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	0.98	14.93	2	1.85	18.1	132	49.0	21.8	8.3	12.5	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	0.98	13.70	2	1.85	21.8	132	49.0	17.3	8.3	12.5	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	0.98	14.93	2	1.85	25.4	132	49.0	14.3	8.3	12.5	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	1.37	17.50	2	1.85	29.0	150	62.4	16.3	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	1.27	17.81	2	1.85	32.6	145	59.3	13.2	10.1	15.1	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	1.08	13.75	2	1.85	36.3	137	52.6	10.0	8.9	13.4	4.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	1.37	9.15	2	1.85	39.9	150	62.4	11.0	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	2.16	18.33	4	1.85	43.5	177	82.9	14.1	14.1	21.1	6.5	40	36	29	26	24	33	28	3.6	5.4	6.5	--	--
2.60	1.57	12.03	2	1.85	47.1	157	68.2	10.0	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.80	5.88	89.55	3	1.85	50.8	259	--	--	--	--	--	70	40	33	31	29	38	32	9.8	14.7	17.6	--	--
3.00	0.98	16.67	2	1.85	54.4	132	49.0	5.5	14.7	22.1	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	0.98	12.50	2	1.85	58.0	132	49.0	5.1	16.0	24.0	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.40	1.18	16.44	2	1.85	61.6	141	56.0	5.6	16.7	25.0	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.60	1.67	23.29	2	1.85	65.3	161	70.9	7.0	16.4	24.6	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.80	1.37	20.90	2	1.85	68.9	150	62.4	5.5	18.6	28.0	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.00	1.47	20.55	2	1.85	72.5	154	65.3	5.5	19.6	29.5	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.20	1.86	28.36	2	1.85	76.1	168	76.0	6.3	19.9	29.8	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	1.86	26.03	2	1.85	79.8	168	76.0	5.9	21.2	31.8	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.60	1.86	26.03	2	1.85	83.4	168	76.0	5.6	22.5	33.8	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.80	2.45	26.88	4	1.85	87.0	186	89.1	6.5	22.5	33.7	7.4	27	35	26	23	22	30	28	4.1	6.1	7.4	--	--
5.00	2.35	27.59	4	1.85	90.7	183	87.1	6.0	24.0	36.0	7.1	25	34	26	23	21	29	28	3.9	5.9	7.1	--	--
5.20	2.25	21.50	4	1.85	94.3	180	85.1	5.5	25.5	38.3	6.8	22	34	26	22	21	29	28	3.8	5.6	6.8	--	--
5.40	1.86	17.76	2	1.85	97.9	168	76.0	4.6	27.3	40.9	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.60	1.96	27.40	4	1.85	101.5	171	78.4	4.5	28.3	42.4	5.9	16	33	24	21	20	28	27	3.3	4.9	5.9	--	--
5.80	2.45	34.25	3	1.85	105.2	186	--	--	--	--	--	23	34	25	22	21	29	28	4.1	6.1	7.4	--	--
6.00	1.47	22.39	2	1.85	108.8	154	65.3	3.3	30.5	45.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.20	1.67	23.29	2	1.85	112.4	161	70.9	3.5	31.7	47.6	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.40	2.06	18.58	4	1.85	116.0	174	80.7	4.0	32.4	48.6	6.2	14	33	24	21	20	27	27	3.4	5.1	6.2	--	--
6.60	2.45	20.83	4	1.85	119.7	186	89.1	4.3	33.4	50.1	7.4	19	34	25	21	20	28	28	4.1	6.1	7.4	--	--
6.80	2.16	23.66	4	1.85	123.3	177	82.9	3.8	34.7	52.0	6.5	14	33	24	21	20	27	28	3.6	5.4	6.5	--	--
7.00	1.47	18.75	2	1.85	126.9	154	65.3	2.7	33.5	50.3	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.20	1.57	20.00	2	1.85	130.5	157	68.2	2.8	34.8	52.1	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.40	1.57	18.39	2	1.85	134.2	157	68.2	2.7	35.2	52.8	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.60	1.57	16.00	2	1.85	137.8	157	68.2	2.6	35.6	53.5	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.80	1.96	25.00	4	1.85	141.4	171	78.4	3.0	38.7	58.0	5.9	8	32	23	19	18	26	27	3.3	4.9	5.9	--	--
8.00	1.27	21.67	2	1.85	145.0	145	59.3	2.1	33.0	49.5	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.20	1.47	18.75	2	1.85	148.7	154	65.3	2.2	35.7	53.5	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.40	1.18	16.44	2	1.85	152.3	141	56.0	1.8	31.9	47.9	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.60	1.67	15.89	2	1.85	155.9	161	70.9	2.3	38.3	57.4	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.80	1.96	22.99	4	1.85	159.5	171	78.4	2.6	41.1	61.7	5.9	5	32	22	19	18	25	27	3.3	4.9	5.9	--	--
9.00	1.27	14.94	2	1.85	163.2	145	59.3	1.8	33.9	50.8	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.20	1.18	15.00	2	0.92	165.0	141	56.0	1.6	32.4	48.6	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.40	1.18	15.00	2	0.92	166.8	141	56.0	1.6	32.4	48.6	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.60	1.37	20.90	2	0.94	168.6	150	62.4	1.8	35.5	53.3	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.80	1.96	27.40	4	0.93	170.4	171	78.4	2.4	42.2	63.3	5.9	3	32	22	19	18	25	27	3.3	4.9	5.9	--	--
10.00	1.27	14.94	2	0.93	172.3	145	59.3	1.7	34.2	51.3	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.20	1.27	14.94	2	0.93	174.1	145	59.3	1.6	34.2	51.4	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.40	1.57	13.33	2	0.96	176.0	157	68.2	1.9	38.5	57.7	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.60	2.16	16.54	4	0.93	177.8	177	82.9	2.4	44.4	66.6	6.5	5	32	22	19	18	25	28	3.6	5.4	6.5	--	--
10.80	1.76	14.17	2	0.98	179.7	164	73.5	2.1	40.9	61.4	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.00	1.57	13.33	2	0.96	181.6	157	68.2	1.8	38.7	58.1	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.20	1.67	15.89	2	0.97	183.5	161	70.9	1.9	40.0	60.0	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.40	1.57	20.00	2	0.96	185.4	157	68.2	1.8	38.9	58.3	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.60	1.18	17.91	2	0.92	187.2	141	56.0	1.4	32.9	49.4	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.80	1.27	27.66	2	0.93	189.0	145	59.3	1.5	34.6	51.9	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.00	1.47	22.39	2	0.95	190.9	154	65.3	1.6	37.7	56.6	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.20	1.47	17.24	2	0.95	192.7	154	65.3	1.6	37.8	56.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.40	1.27	6.50	2	0.93	194.5	145	59.3	1.4	34.7	52.1	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.60	24.50	125.00	3	1.15	196.8	443	--	--	--	--	--	86	42	34	31	29	38	39	40.8	61.3	73.5	--	--
12.80	34.30	--	3	1.15	199.1	503	--	--	--	--	--	98	43	35	33	30	39	40	57.2	85.8	102.9	--	--

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****2**

Riferimento

**003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 15/01/2020

Pagina 1

Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	73.00	0									
0.40	17.0	28.0		1.67	160.00	11	9.4								
0.60	14.0	38.0		1.37	107.00	13	7.6								
0.80	18.0	34.0		1.76	107.00	17	5.9								
<b>1.00</b>	<b>14.0</b>	<b>30.0</b>		<b>1.37</b>	<b>73.00</b>	<b>19</b>	<b>5.2</b>								
1.20	9.0	20.0		0.88	60.00	15	6.7								
1.40	18.0	27.0		1.76	107.00	17	5.9								
1.60	16.0	32.0		1.57	120.00	13	7.5								
1.80	17.0	35.0		1.67	87.00	20	5.1								
<b>2.00</b>	<b>13.0</b>	<b>26.0</b>		<b>1.27</b>	<b>93.00</b>	<b>14</b>	<b>7.2</b>								
2.20	14.0	28.0		1.37	140.00	10	10.0								
2.40	24.0	45.0		2.35	93.00	26	3.9								
2.60	16.0	30.0		1.57	113.00	14	7.1								
2.80	15.0	32.0		1.47	147.00	10	9.8								
<b>3.00</b>	<b>18.0</b>	<b>40.0</b>		<b>1.76</b>	<b>127.00</b>	<b>14</b>	<b>7.1</b>								
3.20	23.0	42.0		2.25	200.00	12	8.7								
3.40	32.0	62.0		3.14	267.00	12	8.3								
3.60	40.0	80.0		3.92	267.00	15	6.7								
3.80	45.0	85.0		4.41	220.00	20	4.9								
<b>4.00</b>	<b>42.0</b>	<b>75.0</b>		<b>4.12</b>	<b>87.00</b>	<b>48</b>	<b>2.1</b>								
4.20	75.0	88.0		7.35	167.00	45	2.2								
4.40	25.0	50.0		2.45	200.00	13	8.0								
4.60	30.0	60.0		2.94	193.00	16	6.4								
4.80	36.0	65.0		3.53	213.00	17	5.9								
<b>5.00</b>	<b>30.0</b>	<b>62.0</b>		<b>2.94</b>	<b>173.00</b>	<b>17</b>	<b>5.8</b>								
5.20	24.0	50.0		2.35	207.00	12	8.6								
5.40	27.0	58.0		2.65	173.00	16	6.4								
5.60	28.0	54.0		2.74	227.00	12	8.1								
5.80	35.0	69.0		3.43	253.00	14	7.2								
<b>6.00</b>	<b>32.0</b>	<b>70.0</b>		<b>3.14</b>	<b>267.00</b>	<b>12</b>	<b>8.3</b>								
6.20	42.0	82.0		4.12	213.00	20	5.1								
6.40	32.0	64.0		3.14	193.00	17	6.0								
6.60	31.0	60.0		3.04	240.00	13	7.7								
6.80	34.0	70.0		3.33	233.00	15	6.9								
<b>7.00</b>	<b>37.0</b>	<b>72.0</b>		<b>3.63</b>	<b>207.00</b>	<b>18</b>	<b>5.6</b>								
7.20	31.0	62.0		3.04	213.00	15	6.9								
7.40	26.0	58.0		2.55	173.00	15	6.7								
7.60	24.0	50.0		2.35	180.00	13	7.5								
7.80	23.0	50.0		2.25	140.00	16	6.1								
<b>8.00</b>	<b>21.0</b>	<b>42.0</b>		<b>2.06</b>	<b>147.00</b>	<b>14</b>	<b>7.0</b>								
8.20	20.0	42.0		1.96	120.00	17	6.0								
8.40	22.0	40.0		2.16	133.00	17	6.0								
8.60	40.0	60.0		3.92											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

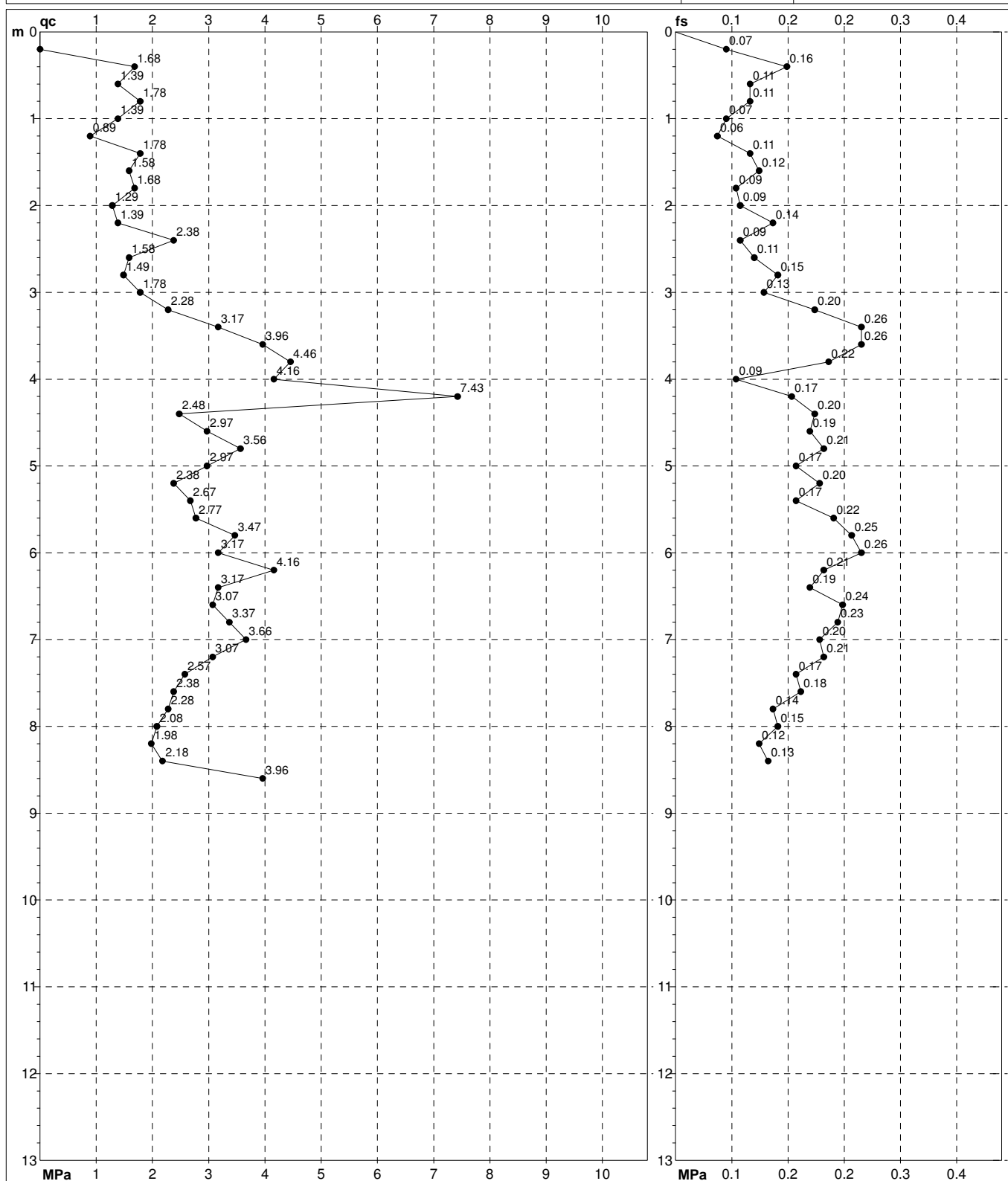
Riferimento

**2****003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:65**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data eseg. **15/01/2020**  
 Quota inizio:  
 Falda **Assente**



Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**2**

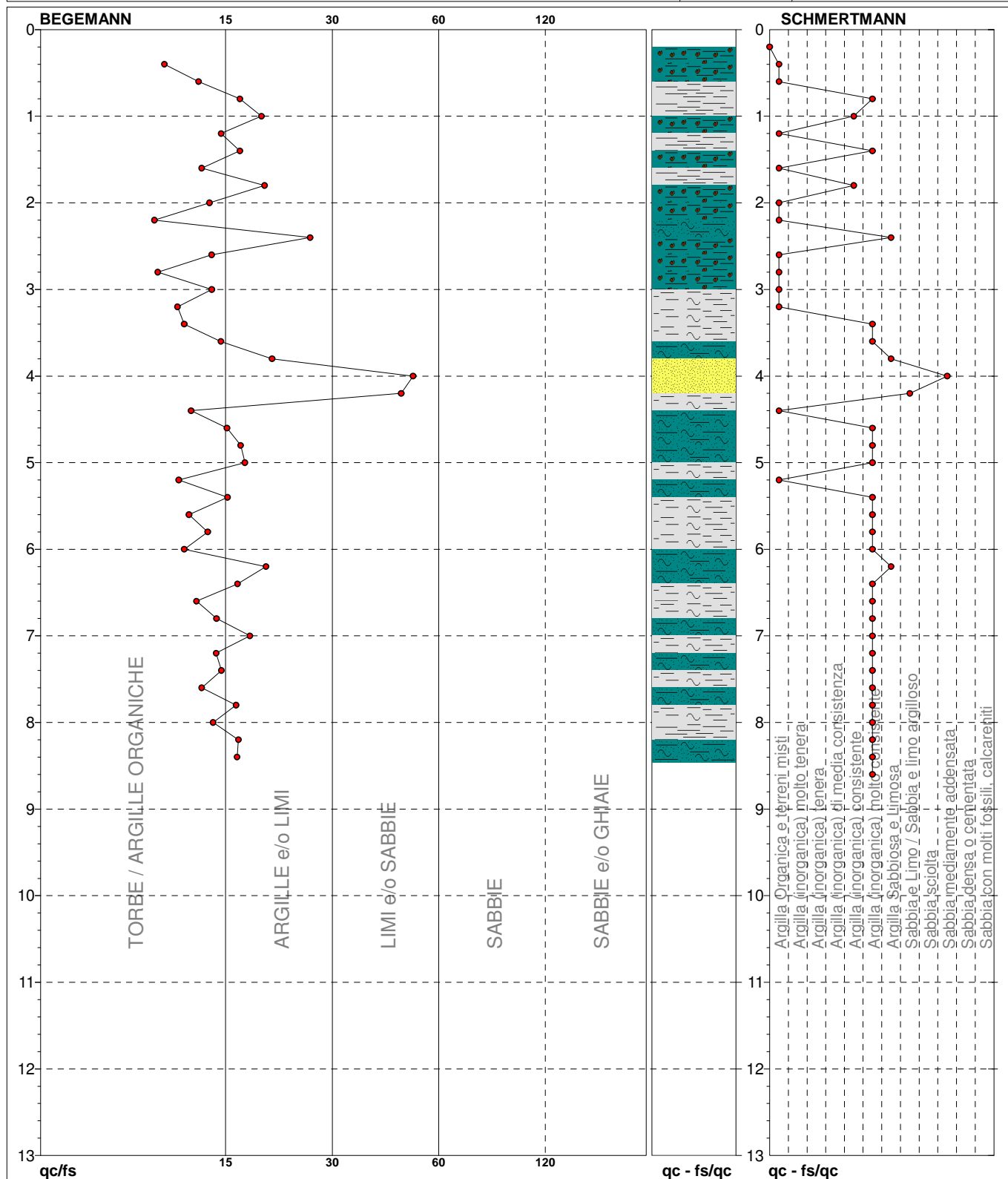
**003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:65**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **15/01/2020**

Falda **Assente**



TORBE / ARGILLE OR	23 punti, 53.49%	Argilla Organica e terreni misti	12 punti, 27.91%	Argilla Sabbiosa e Limosa	3 punti, 6.98%
ARGILLE e/o LIMI	17 punti, 39.53%	Argilla (inorganica) consistente	2 punti, 4.65%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	1 punto, 2.33%
LIMI e/o SABBIE	2 punti, 4.65%	Argilla (inorganica) molto consistente	22 punti, 51.16%	Sabbia mediamente addensata	1 punto, 2.33%

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**

Riferimento

**2****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 15/01/2020

Pagina 1

Elaborato

Falda Assente

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE														
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2			
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.					
0.20	--	--	?	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0.40	1.67	10.63	2	1.85	7.3	161	70.9	99.9	12.1	18.1	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0.60	1.37	13.08	2	1.85	10.9	150	62.4	55.7	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
0.80	1.76	16.82	2	1.85	14.5	164	73.5	47.7	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
1.00	1.37	19.18	2	1.85	18.1	150	62.4	29.4	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
1.20	0.88	15.00	2	1.85	21.8	127	44.1	15.2	7.5	11.2	3.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
1.40	1.76	16.82	2	1.85	25.4	164	73.5	23.7	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
1.60	1.57	13.33	2	1.85	29.0	157	68.2	18.3	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
1.80	1.67	19.54	2	1.85	32.6	161	70.9	16.6	12.1	18.1	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
2.00	1.27	13.98	2	1.85	36.3	145	59.3	11.6	10.1	15.1	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
2.20	1.37	10.00	2	1.85	39.9	150	62.4	11.0	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
2.40	2.35	25.81	4	1.85	43.5	183	87.1	15.0	14.8	22.2	7.1	43	36	30	27	25	34	28	3.9	5.9	7.1	--	--			
2.60	1.57	14.16	2	1.85	47.1	157	68.2	10.0	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
2.80	1.47	10.20	2	1.85	50.8	154	65.3	8.6	12.0	18.1	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
3.00	1.76	14.17	2	1.85	54.4	164	73.5	9.1	12.9	19.4	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
3.20	2.25	11.50	4	1.85	58.0	180	85.1	10.1	14.5	21.7	6.8	34	35	28	25	23	32	28	3.8	5.6	6.8	--	--			
3.40	3.14	11.99	4	1.85	61.6	204	104.5	12.1	17.8	26.7	9.4	44	37	29	26	25	33	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
3.60	3.92	14.98	4	1.85	65.3	222	130.7	15.0	22.2	33.3	11.8	50	37	30	27	25	34	30	6.5	9.8	11.8	--	--			
3.80	4.41	20.45	4	1.85	68.9	232	147.0	16.2	25.0	37.5	13.2	53	38	30	27	26	34	31	7.4	11.0	13.2	--	--			
4.00	4.12	48.28	3	1.85	72.5	226	--	--	--	--	--	50	37	30	27	25	34	30	6.9	10.3	12.3	--	--			
4.20	7.35	44.91	3	1.85	76.1	282	--	--	--	--	--	68	39	32	30	28	37	32	12.3	18.4	22.1	--	--			
4.40	2.45	12.50	4	1.85	79.8	186	89.1	7.2	19.8	29.7	7.4	29	35	27	24	22	30	28	4.1	6.1	7.4	--	--			
4.60	2.94	15.54	4	1.85	83.4	199	98.0	7.7	20.3	30.4	8.8	35	35	27	24	23	31	29	4.9	7.4	8.8	--	--			
4.80	3.53	16.90	4	1.85	87.0	214	117.6	9.1	20.7	31.0	10.6	40	36	28	25	24	32	30	5.9	8.8	10.6	--	--			
5.00	2.94	17.34	4	1.85	90.7	199	98.0	6.9	22.8	34.3	8.8	33	35	27	24	22	31	29	4.9	7.4	8.8	--	--			
5.20	2.35	11.59	4	1.85	94.3	183	87.1	5.7	25.3	38.0	7.1	24	34	26	23	21	29	28	3.9	5.9	7.1	--	--			
5.40	2.65	15.61	4	1.85	97.9	192	92.8	5.9	26.1	39.1	7.9	27	34	26	23	22	30	28	4.4	6.6	7.9	--	--			
5.60	2.74	12.33	4	1.85	101.5	194	94.6	5.7	27.2	40.8	8.2	27	35	26	23	22	30	28	4.6	6.9	8.2	--	--			
5.80	3.43	13.83	4	1.85	105.2	211	114.3	7.0	26.4	39.6	10.3	34	35	27	24	22	31	29	5.7	8.6	10.3	--	--			
6.00	3.14	11.99	4	1.85	108.8	204	104.5	6.0	28.8	43.2	9.4	30	35	26	23	22	30	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
6.20	4.12	19.72	4	1.85	112.4	226	137.2	8.1	26.9	40.4	12.3	39	36	28	25	23	31	30	6.9	10.3	12.3	--	--			
6.40	3.14	16.58	4	1.85	116.0	204	104.5	5.5	31.4	47.1	9.4	29	35	26	23	22	30	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
6.60	3.04	12.92	4	1.85	119.7	202	101.3	5.1	32.9	49.4	9.1	27	34	26	23	21	29	29	5.1	7.6	9.1	--	--			
6.80	3.33	14.59	4	1.85	123.3	209	111.1	5.5	33.4	50.1	10.0	29	35	26	23	22	30	29	5.6	8.3	10.0	--	--			
7.00	3.63	17.87	4	1.85	126.9	216	120.9	5.9	33.7	50.6	10.9	32	35	26	23	22	30	30	6.0	9.1	10.9	--	--			
7.20	3.04	14.55	4	1.85	130.5	202	101.3	4.6	36.4	54.6	9.1	25	34	25	22	21	29	29	5.1	7.6	9.1	--	--			
7.40	2.55	15.03	4	1.85	134.2	189	91.0	3.9	37.7	56.5	7.6	18	33	24	21	20	28	28	4.2	6.4	7.6	--	--			
7.60	2.35	13.33	4	1.85	137.8	183	87.1	3.5	38.9	58.3	7.1	15	33	24	21	19	27	28	3.9	5.9	7.1	--	--			
7.80	2.25	16.43	4	1.85	141.4	180	85.1	3.3	39.6	59.4	6.8	13	33	24	20	19	27	28	3.8	5.6	6.8	--	--			
8.00	2.06	14.29	4	1.85	145.0	174	80.7	3.0	39.7	59.6	6.2	9	32	23	20	19	26	27	3.4	5.1	6.2	--	--			
8.20	1.96	16.67	4	1.85	148.7	171	78.4	2.8	39.8	59.6	5.9	7	32	23	19	18	26	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
8.40	2.16	16.54	4	1.85	152.3	177	82.9	2.9	41.3	62.0	6.5	9	32	23	20	19	26	28	3.6	5.4	6.5	--	--			
8.60	3.92	--	3	1.85	155.9	222	--	--	--	--	--	29	35	26	23	21	29	30	6.5	9.8	11.8	--	--			

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>3</b>
	Riferimento	<b>003-2020</b>

Committente	<b>Studio tecnico</b>	U.M.:	<b>MPa</b>	Data esec.	15/01/2020
Cantiere	<b>Studio del terreno di fondazione</b>	Pagina	1		
Località	<b>Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena</b>	Elaborato		Falda	-11.00 m da quota inizio

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	133.00	0									
0.40	40.0	60.0		3.92	113.00	35	2.8								
0.60	19.0	36.0		1.86	120.00	16	6.3								
0.80	16.0	34.0		1.57	107.00	15	6.7								
1.00	14.0	30.0		1.37	113.00	12	8.1								
1.20	15.0	32.0		1.47	127.00	12	8.5								
1.40	17.0	36.0		1.67	107.00	16	6.3								
1.60	18.0	34.0		1.76	87.00	21	4.8								
1.80	25.0	38.0		2.45	147.00	17	5.9								
2.00	20.0	42.0		1.96	140.00	14	7.0								
2.20	19.0	40.0		1.86	153.00	12	8.1								
2.40	31.0	54.0		3.04	240.00	13	7.7								
2.60	50.0	86.0		4.90	153.00	33	3.1								
2.80	77.0	100.0		7.55	333.00	23	4.3								
3.00	70.0	120.0		6.86	400.00	18	5.7								
3.20	60.0	120.0		5.88	220.00	27	3.7								
3.40	47.0	80.0		4.61	280.00	17	6.0								
3.60	42.0	84.0		4.12	333.00	13	7.9								
3.80	50.0	100.0		4.90	200.00	25	4.0								
4.00	30.0	60.0		2.94	387.00	8	12.9								
4.20	64.0	122.0		6.27	433.00	15	6.8								
4.40	60.0	125.0		5.88	293.00	20	4.9								
4.60	46.0	90.0		4.51	353.00	13	7.7								
4.80	47.0	100.0		4.61	367.00	13	7.8								
5.00	50.0	105.0		4.90	287.00	17	5.7								
5.20	42.0	85.0		4.12	260.00	16	6.2								
5.40	36.0	75.0		3.53	167.00	22	4.6								
5.60	25.0	50.0		2.45	280.00	9	11.2								
5.80	40.0	82.0		3.92	260.00	15	6.5								
6.00	41.0	80.0		4.02	327.00	13	8.0								
6.20	51.0	100.0		5.00	133.00	38	2.6								
6.40	30.0	50.0		2.94	147.00	20	4.9								
6.60	38.0	60.0		3.72	193.00	20	5.1								
6.80	39.0	68.0		3.82	273.00	14	7.0								
7.00	44.0	85.0		4.31	213.00	21	4.8								
7.20	28.0	60.0		2.74	200.00	14	7.1								
7.40	40.0	70.0		3.92	200.00	20	5.0								
7.60	28.0	58.0		2.74	153.00	18	5.5								
7.80	23.0	46.0		2.25	160.00	14	7.0								
8.00	22.0	46.0		2.16	200.00	11	9.1								
8.20	30.0	60.0		2.94	100.00	30	3.3								
8.40	17.0	32.0		1.67	93.00	18	5.5								
8.60	19.0	33.0		1.86	87.00	22	4.6								
8.80	15.0	28.0		1.47	87.00	17	5.8								
9.00	17.0	30.0		1.67	80.00	21	4.7								
9.20	16.0	28.0		1.57	93.00	17	5.8								
9.40	18.0	32.0		1.76	107.00	17	5.9								
9.60	17.0	33.0		1.67	133.00	13	7.8								
9.80	20.0	40.0		1.96	80.00	25	4.0								
10.00	18.0	30.0		1.76	80.00	23	4.4								
10.20	16.0	28.0		1.57	87.00	18	5.4								
10.40	17.0	30.0		1.67	80.00	21	4.7								
10.60	18.0	30.0		1.76	93.00	19	5.2								
10.80	18.0	32.0		1.76	100.00	18	5.6								
11.00	17.0	32.0		1.67	93.00	18	5.5								
11.20	17.0	31.0		1.67	80.00	21	4.7								
11.40	17.0	29.0		1.67	200.00	9	11.8								
11.60	140.0	170.0		13.72	267.00	52	1.9								
11.80	280.0	320.0		27.44	333.00	84	1.2								
12.00	300.0	350.0		29.40											

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
 fs = resistenza laterale  
 0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT****3**

Riferimento

**003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.:

**MPa**

Scala:

1:65

Pagina

1

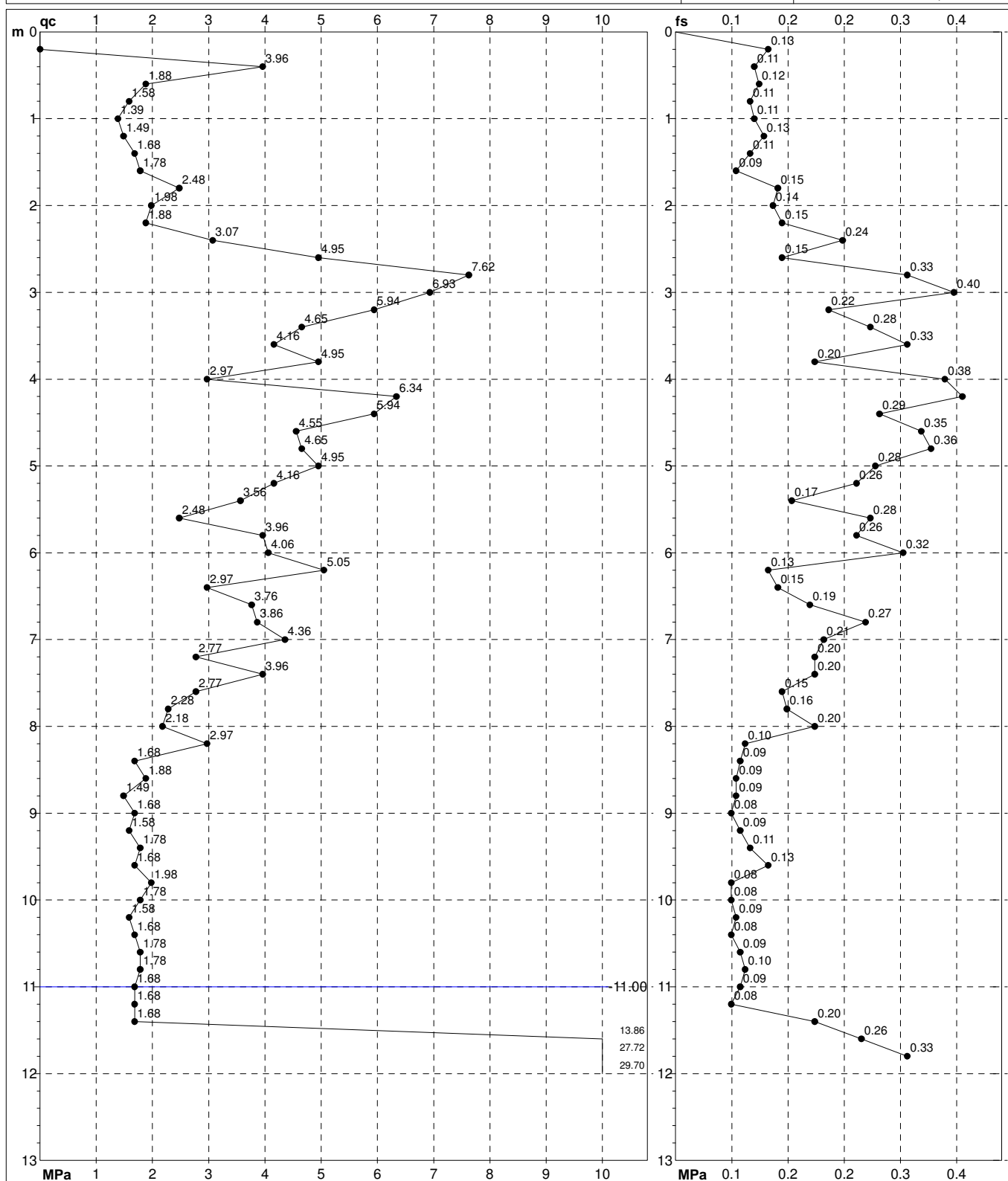
Elaborato

Data esec.

15/01/2020

Quota inizio:

Falda -11.00 m da quota inizio



Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

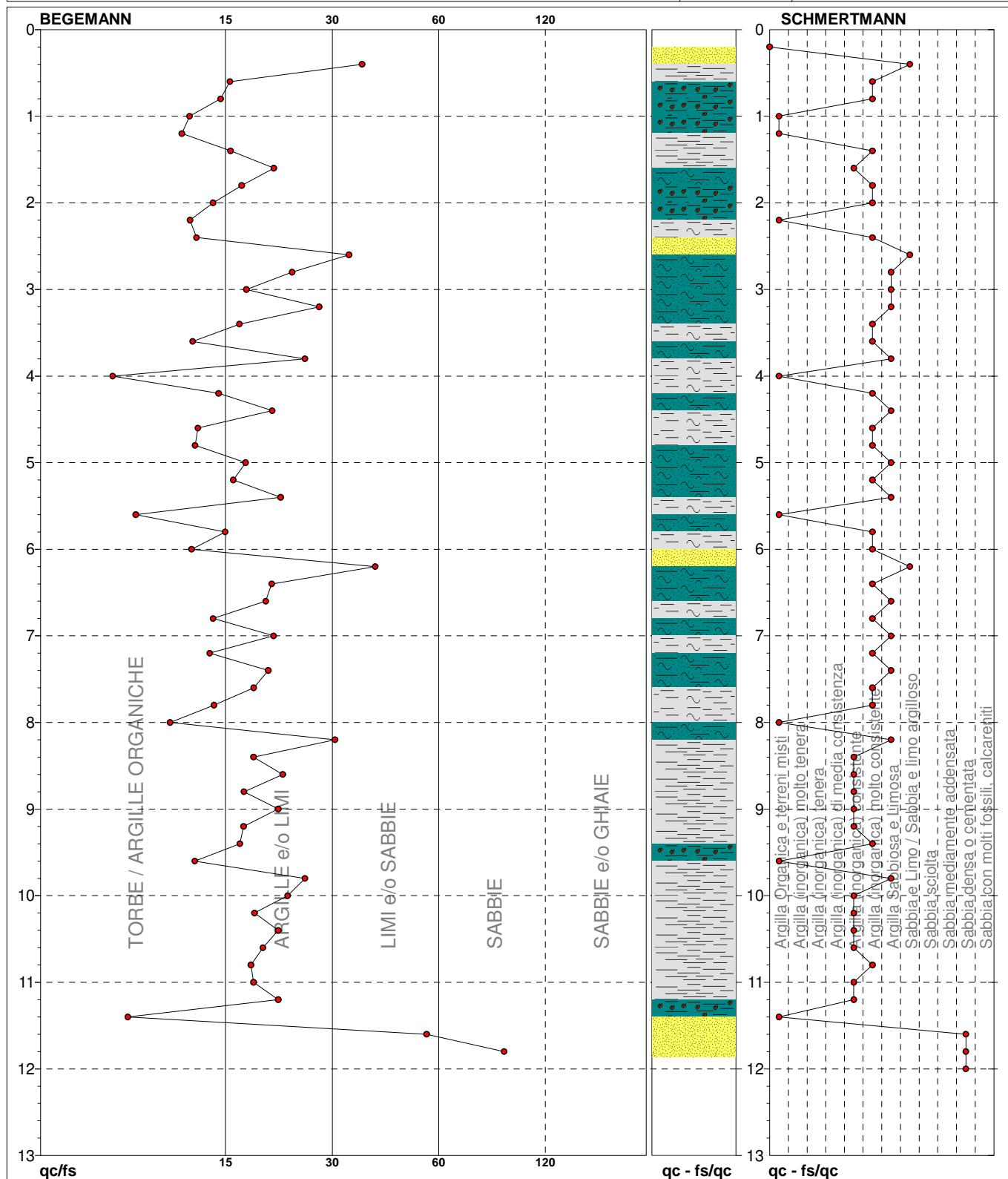
Riferimento

**3**

**003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:65**  
Pagina **1**  
Elaborato  
Data eseg. **15/01/2020**  
Falda **-11.00 m da quota inizio**



TORBE / ARGILLE OR	20 punti, 33.33%	Argilla Organica e terreni misti	8 punti, 13.33%	Argilla Sabbiosa e Limosa	12 punti, 20.00%
ARGILLE e/o LIMI	34 punti, 56.67%	Argilla (inorganica) consistente	12 punti, 20.00%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	3 punti, 5.00%
LIMI e/o SABBIE	4 punti, 6.67%	Argilla (inorganica) molto consistente	21 punti, 35.00%	Sabbia densa o cementata	2 punti, 3.33%
SABBIE	1 punti, 1.67%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**PARAMETRI GEOTECNICI****CPT**

Riferimento

**3****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 15/01/2020

Pagina 1  
Elaborato

Falda -11.00 m da quota inizio

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	???	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	3.92	35.40	3	1.85	7.3	222	--	--	--	--	--	100	43	41	39	36	44	30	6.5	9.8	11.8	--	--
0.60	1.86	15.83	2	1.85	10.9	168	76.0	71.3	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	1.57	14.95	2	1.85	14.5	157	68.2	43.5	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	1.37	12.39	2	1.85	18.1	150	62.4	29.4	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	1.47	11.81	2	1.85	21.8	154	65.3	24.8	11.1	16.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	1.67	15.89	2	1.85	25.4	161	70.9	22.7	12.1	18.1	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	1.76	20.69	2	1.85	29.0	164	73.5	20.1	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	2.45	17.01	4	1.85	32.6	186	89.1	22.0	15.1	22.7	7.4	51	37	31	28	26	35	28	4.1	6.1	7.4	--	--
2.00	1.96	14.29	4	1.85	36.3	171	78.4	16.5	13.3	20.0	5.9	41	36	30	27	25	34	27	3.3	4.9	5.9	--	--
2.20	1.86	12.42	2	1.85	39.9	168	76.0	14.1	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	3.04	12.92	4	1.85	43.5	202	101.3	18.0	17.2	25.8	9.1	52	37	31	28	26	35	29	5.1	7.6	9.1	--	--
2.60	4.90	32.68	3	1.85	47.1	242	--	--	--	--	--	66	39	33	30	28	37	31	8.2	12.3	14.7	--	--
2.80	7.55	23.12	4	1.85	50.8	284	251.5	46.4	42.8	64.1	22.6	79	41	35	32	30	39	33	12.6	18.9	22.6	--	--
3.00	6.86	17.50	4	1.85	54.4	274	228.7	37.8	38.9	58.3	20.6	74	40	34	31	29	38	32	11.4	17.2	20.6	--	--
3.20	5.88	27.27	4	1.85	58.0	259	196.0	28.8	33.3	50.0	17.6	67	39	33	30	28	37	32	9.8	14.7	17.6	--	--
3.40	4.61	16.79	4	1.85	61.6	236	153.5	19.6	26.1	39.2	13.8	57	38	31	28	26	35	31	7.7	11.5	13.8	--	--
3.60	4.12	12.61	4	1.85	65.3	226	137.2	15.9	23.3	35.0	12.3	52	38	30	27	26	34	30	6.9	10.3	12.3	--	--
3.80	4.90	25.00	4	1.85	68.9	242	163.3	18.5	27.8	41.7	14.7	57	38	31	28	26	35	31	8.2	12.3	14.7	--	--
4.00	2.94	7.75	4	1.85	72.5	199	98.0	9.1	17.2	25.9	8.8	38	36	28	25	24	32	29	4.9	7.4	8.8	--	--
4.20	6.27	14.78	4	1.85	76.1	265	209.1	22.2	35.5	53.3	18.8	63	39	32	29	27	36	32	10.5	15.7	18.8	--	--
4.40	5.88	20.48	4	1.85	79.8	259	196.0	19.3	33.3	50.0	17.6	59	38	31	28	26	35	32	9.8	14.7	17.6	--	--
4.60	4.51	13.03	4	1.85	83.4	234	150.3	13.1	25.5	38.3	13.5	49	37	30	27	25	34	31	7.5	11.3	13.5	--	--
4.80	4.61	12.81	4	1.85	87.0	236	153.5	12.8	26.1	39.2	13.8	49	37	29	26	25	33	31	7.7	11.5	13.8	--	--
5.00	4.90	17.42	4	1.85	90.7	242	163.3	13.1	27.8	41.7	14.7	50	37	30	27	25	34	31	8.2	12.3	14.7	--	--
5.20	4.12	16.15	4	1.85	94.3	226	137.2	10.0	23.3	35.0	12.3	43	36	29	25	24	32	30	6.9	10.3	12.3	--	--
5.40	3.53	21.56	4	1.85	97.9	214	117.6	7.9	23.6	35.4	10.6	37	36	28	24	23	31	30	5.9	8.8	10.6	--	--
5.60	2.45	8.93	4	1.85	101.5	186	89.1	5.3	27.7	41.6	7.4	23	34	26	22	21	29	28	4.1	6.1	7.4	--	--
5.80	3.92	15.38	4	1.85	105.2	222	130.7	8.2	25.1	37.6	11.8	39	36	28	25	23	31	30	6.5	9.8	11.8	--	--
6.00	4.02	12.54	4	1.85	108.8	224	133.9	8.1	26.0	39.0	12.1	39	36	28	25	23	31	30	6.7	10.0	12.1	--	--
6.20	5.00	38.35	3	1.85	112.4	243	--	--	--	--	--	45	37	29	26	24	32	31	8.3	12.5	15.0	--	--
6.40	2.94	20.41	4	1.85	116.0	199	98.0	5.1	31.9	47.9	8.8	26	34	26	23	21	29	29	4.9	7.4	8.8	--	--
6.60	3.72	19.69	4	1.85	119.7	218	124.1	6.6	30.7	46.1	11.2	34	35	27	24	22	30	30	6.2	9.3	11.2	--	--
6.80	3.82	14.29	4	1.85	123.3	220	127.4	6.5	31.7	47.6	11.5	34	35	27	24	22	30	30	6.4	9.6	11.5	--	--
7.00	4.31	20.66	4	1.85	126.9	230	143.7	7.3	31.3	47.0	12.9	37	36	27	24	23	31	31	7.2	10.8	12.9	--	--
7.20	2.74	14.00	4	1.85	130.5	194	94.6	4.2	36.5	54.7	8.2	21	34	25	22	20	28	28	4.6	6.9	8.2	--	--
7.40	3.92	20.00	4	1.85	134.2	222	130.7	6.1	35.4	53.1	11.8	33	35	27	23	22	30	30	6.5	9.8	11.8	--	--
7.60	2.74	18.30	4	1.85	137.8	194	94.6	3.9	38.6	57.9	8.2	20	34	25	21	20	28	28	4.6	6.9	8.2	--	--
7.80	2.25	14.38	4	1.85	141.4	180	85.1	3.3	39.6	59.4	6.8	13	33	24	20	19	27	28	3.8	5.6	6.8	--	--
8.00	2.16	11.00	4	1.85	145.0	177	82.9	3.1	40.1	60.1	6.5	10	32	23	20	19	26	28	3.6	5.4	6.5	--	--
8.20	2.94	30.00	4	1.85	148.7	199	98.0	3.7	41.9	62.9	8.8	20	34	25	21	20	28	29	4.9	7.4	8.8	--	--
8.40	1.67	18.28	2	1.85	152.3	161	70.9	2.4	38.0	57.0	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.60	1.86	21.84	2	1.85	155.9	168	76.0	2.6	40.0	60.0	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.80	1.47	17.24	2	1.85	159.5	154	65.3	2.1	36.4	54.6	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.00	1.67	21.25	2	1.85	163.2	161	70.9	2.2	38.8	58.3	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.20	1.57	17.20	2	1.85	166.8	157	68.2	2.1	38.0	57.0	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.40	1.76	16.82	2	1.85	170.4	164	73.5	2.2	40.4	60.5	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.60	1.67	12.78	2	1.85	174.0	161	70.9	2.0	39.5	59.3	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.80	1.96	25.00	4	1.85	177.7	171	78.4	2.3	42.8	64.1	5.9	2	32	22	18	17	25	27	3.3	4.9	5.9	--	--
10.00	1.76	22.50	2	1.85	181.3	164	73.5	2.0	41.0	61.6	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.20	1.57	18.39	2	1.85	184.9	157	68.2	1.8	38.9	58.3	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.40	1.67	21.25	2	1.85	188.6	161	70.9	1.8	40.3	60.4	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.60	1.76	19.35	2	1.85	192.2	164	73.5	1.9	41.6	62.4	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.80	1.76	18.00	2	1.85	195.8	164	73.5	1.8	41.7	62.6	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.00	1.67	18.28	2	0.97	197.7	161	70.9	1.7	40.6	60.9	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.20	1.67	21.25	2	0.97	199.6	161	70.9	1.7	40.7	61.0	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.40	1.67	8.50	2	0.97	201.5	161	70.9	1.7	40.7	61.1	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11.60	13.72	52.43	3	1.06	203.6	356	--	--	--	--	--	66	39	31	28	26	35	36	22.9	34.3	41.2	--	--
11.80	27.44	84.08	3	1.15	205.8	463	--	--	--	--	--	89	42	34	31	29	38	40	45.7	68.6	82.3	--	--
12.00	29.40	--	3	1.15	208.1	475	--	--	--	--	--	91	42	34	32	29	39	40	49.0	73.5	88.2	--	--

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****4**

Riferimento

**003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 15/01/2020

Pagina 1  
Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	60.00	0									
0.40	10.0	19.0		0.98	60.00	17	6.0								
0.60	10.0	19.0		0.98	73.00	14	7.3								
0.80	12.0	23.0		1.18	100.00	12	8.3								
<b>1.00</b>	<b>19.0</b>	<b>34.0</b>		<b>1.86</b>	<b>73.00</b>	<b>26</b>	<b>3.8</b>								
1.20	11.0	22.0		1.08	80.00	14	7.3								
1.40	11.0	23.0		1.08	73.00	15	6.6								
1.60	13.0	24.0		1.27	87.00	15	6.7								
1.80	17.0	30.0		1.67	87.00	20	5.1								
<b>2.00</b>	<b>32.0</b>	<b>45.0</b>		<b>3.14</b>	<b>160.00</b>	<b>20</b>	<b>5.0</b>								
2.20	24.0	48.0		2.35	133.00	18	5.5								
2.40	27.0	47.0		2.65	153.00	18	5.7								
2.60	24.0	47.0		2.35	147.00	16	6.1								
2.80	22.0	44.0		2.16	127.00	17	5.8								
<b>3.00</b>	<b>19.0</b>	<b>38.0</b>		<b>1.86</b>	<b>107.00</b>	<b>18</b>	<b>5.6</b>								
3.20	27.0	43.0		2.65	160.00	17	5.9								
3.40	32.0	56.0		3.14	187.00	17	5.8								
3.60	35.0	63.0		3.43	193.00	18	5.5								
3.80	32.0	61.0		3.14	180.00	18	5.6								
<b>4.00</b>	<b>34.0</b>	<b>61.0</b>		<b>3.33</b>	<b>187.00</b>	<b>18</b>	<b>5.5</b>								
4.20	31.0	59.0		3.04	120.00	26	3.9								
4.40	26.0	44.0		2.55	147.00	18	5.7								
4.60	22.0	44.0		2.16	113.00	19	5.1								
4.80	20.0	37.0		1.96	80.00	25	4.0								
<b>5.00</b>	<b>24.0</b>	<b>36.0</b>		<b>2.35</b>	<b>127.00</b>	<b>19</b>	<b>5.3</b>								
5.20	26.0	45.0		2.55	113.00	23	4.3								
5.40	29.0	46.0		2.84	127.00	23	4.4								
5.60	25.0	44.0		2.45	100.00	25	4.0								
5.80	27.0	42.0		2.65	120.00	23	4.4								
<b>6.00</b>	<b>26.0</b>	<b>44.0</b>		<b>2.55</b>	<b>127.00</b>	<b>20</b>	<b>4.9</b>								
6.20	29.0	48.0		2.84	133.00	22	4.6								
6.40	31.0	51.0		3.04	140.00	22	4.5								
6.60	32.0	53.0		3.14	140.00	23	4.4								
6.80	31.0	52.0		3.04	140.00	22	4.5								
<b>7.00</b>	<b>36.0</b>	<b>57.0</b>		<b>3.53</b>	<b>160.00</b>	<b>23</b>	<b>4.4</b>								
7.20	36.0	60.0		3.53	220.00	16	6.1								
7.40	40.0	73.0		3.92	180.00	22	4.5								
7.60	33.0	60.0		3.23	127.00	26	3.8								
7.80	34.0	53.0		3.33	120.00	28	3.5								
<b>8.00</b>	<b>40.0</b>	<b>58.0</b>		<b>3.92</b>	<b>140.00</b>	<b>29</b>	<b>3.5</b>								
8.20	35.0	56.0		3.43	147.00	24	4.2								
8.40	30.0	52.0		2.94	153.00	20	5.1								
8.60	31.0	54.0		3.04	207.00	15	6.7								
8.80	29.0	60.0		2.84	147.00	20	5.1								
<b>9.00</b>	<b>34.0</b>	<b>56.0</b>		<b>3.33</b>	<b>193.00</b>	<b>18</b>	<b>5.7</b>								
9.20	31.0	60.0		3.04	147.00	21	4.7								
9.40	22.0	44.0		2.16											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**4****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.:

**MPa**

Scala:

1:65

Pagina

1

Elaborato

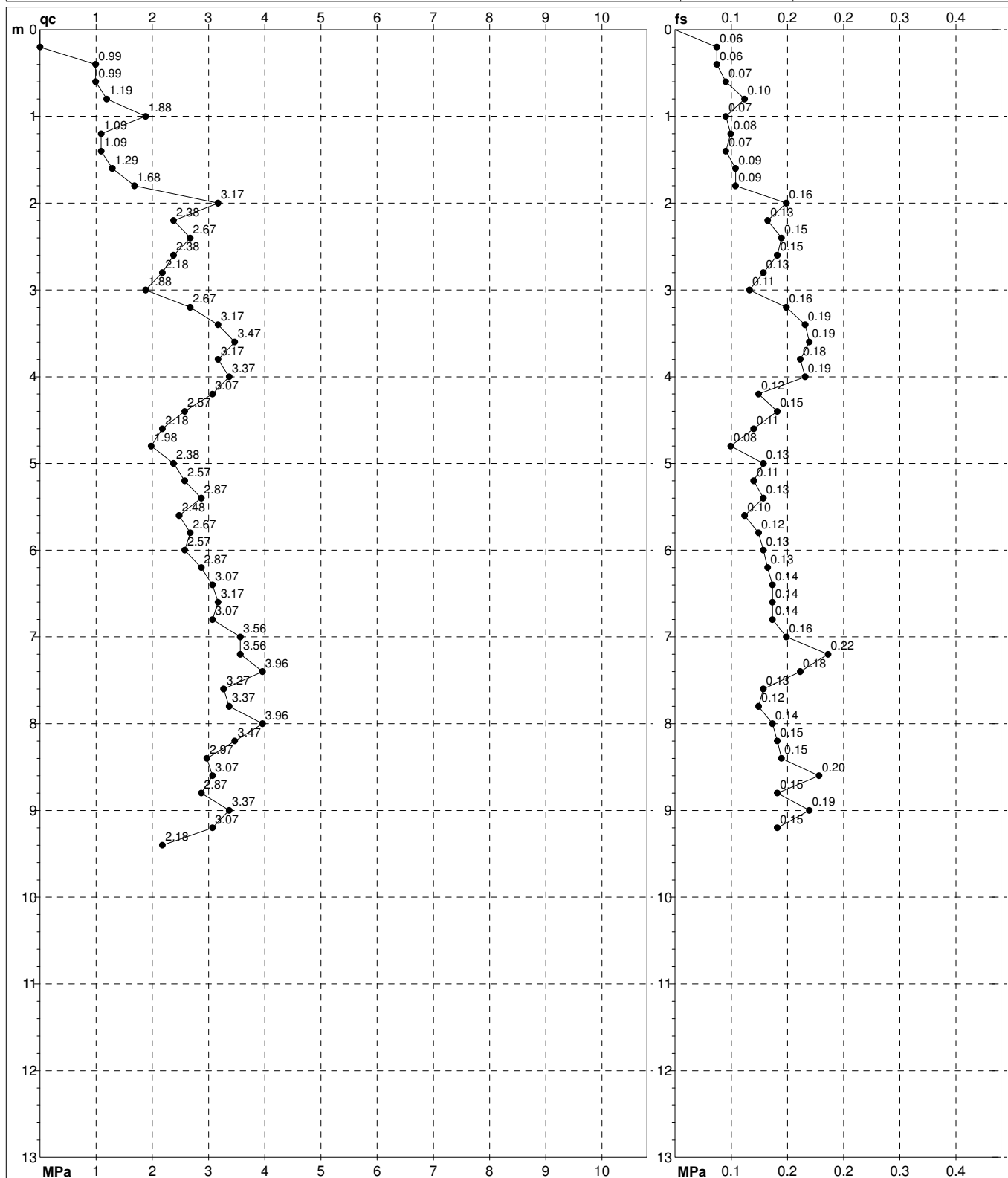
Data esec.

15/01/2020

Quota inizio:

Falda

Assente



Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

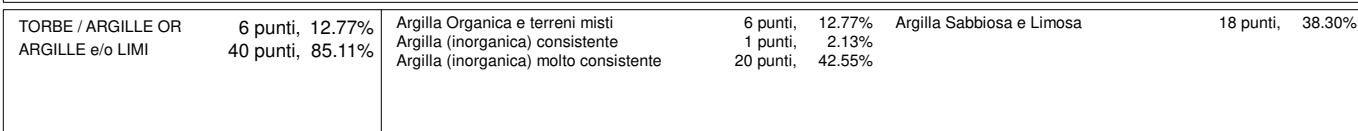
Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

**003-2020**

U.M.: <b>MPa</b>	Data eseg.	15/01/2020
Scala: 1:65		
Pagina 1		
Elaborato	Falda	Assente



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**

Riferimento

**4****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 15/01/2020

Pagina  
Elaborato 1

Falda Assente

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	?	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	0.98	16.67	2	1.85	7.3	132	49.0	68.4	8.3	12.5	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	0.98	13.70	2	1.85	10.9	132	49.0	41.2	8.3	12.5	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	1.18	12.00	2	1.85	14.5	141	56.0	34.0	9.5	14.3	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	1.86	26.03	2	1.85	18.1	168	76.0	37.7	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	1.08	13.75	2	1.85	21.8	137	52.6	18.9	8.9	13.4	4.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	1.08	15.07	2	1.85	25.4	137	52.6	15.6	8.9	13.4	4.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	1.27	14.94	2	1.85	29.0	145	59.3	15.3	10.1	15.1	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	1.67	19.54	2	1.85	32.6	161	70.9	16.6	12.1	18.1	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	3.14	20.00	4	1.85	36.3	204	104.5	23.6	17.8	26.7	9.4	57	38	32	29	27	36	29	5.2	7.8	9.4	--	--
2.20	2.35	18.05	4	1.85	39.9	183	87.1	16.7	14.8	22.2	7.1	45	37	30	27	25	34	28	3.9	5.9	7.1	--	--
2.40	2.65	17.65	4	1.85	43.5	192	92.8	16.2	15.8	23.7	7.9	47	37	30	27	25	34	28	4.4	6.6	7.9	--	--
2.60	2.35	16.33	4	1.85	47.1	183	87.1	13.5	14.8	22.2	7.1	41	36	29	26	25	33	28	3.9	5.9	7.1	--	--
2.80	2.16	17.32	4	1.85	50.8	177	82.9	11.6	14.1	21.1	6.5	36	36	28	25	24	32	28	3.6	5.4	6.5	--	--
3.00	1.86	17.76	2	1.85	54.4	168	76.0	9.5	13.1	19.6	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	2.65	16.88	4	1.85	58.0	192	92.8	11.3	15.8	23.7	7.9	40	36	29	26	24	33	28	4.4	6.6	7.9	--	--
3.40	3.14	17.11	4	1.85	61.6	204	104.5	12.1	17.8	26.7	9.4	44	37	29	26	25	33	29	5.2	7.8	9.4	--	--
3.60	3.43	18.13	4	1.85	65.3	211	114.3	12.7	19.4	29.2	10.3	46	37	29	26	25	33	29	5.7	8.6	10.3	--	--
3.80	3.14	17.78	4	1.85	68.9	204	104.5	10.6	17.8	26.7	9.4	41	36	29	26	24	33	29	5.2	7.8	9.4	--	--
4.00	3.33	18.18	4	1.85	72.5	209	111.1	10.7	18.9	28.3	10.0	42	36	29	26	24	33	29	5.6	8.3	10.0	--	--
4.20	3.04	25.83	4	1.85	76.1	202	101.3	9.0	18.1	27.1	9.1	38	36	28	25	23	32	29	5.1	7.6	9.1	--	--
4.40	2.55	17.69	4	1.85	79.8	189	91.0	7.4	19.6	29.4	7.6	31	35	27	24	22	31	28	4.2	6.4	7.6	--	--
4.60	2.16	19.47	4	1.85	83.4	177	82.9	6.2	21.8	32.7	6.5	24	34	26	23	21	29	28	3.6	5.4	6.5	--	--
4.80	1.96	25.00	4	1.85	87.0	171	78.4	5.5	23.6	35.4	5.9	20	34	25	22	21	29	27	3.3	4.9	5.9	--	--
5.00	2.35	18.90	4	1.85	90.7	183	87.1	6.0	24.0	36.0	7.1	25	34	26	23	21	29	28	3.9	5.9	7.1	--	--
5.20	2.55	23.01	4	1.85	94.3	189	91.0	6.0	24.9	37.4	7.6	27	34	26	23	22	30	28	4.2	6.4	7.6	--	--
5.40	2.84	22.83	4	1.85	97.9	197	96.3	6.2	25.7	38.6	8.5	29	35	27	23	22	30	29	4.7	7.1	8.5	--	--
5.60	2.45	25.00	4	1.85	101.5	186	89.1	5.3	27.7	41.6	7.4	23	34	26	22	21	29	28	4.1	6.1	7.4	--	--
5.80	2.65	22.50	4	1.85	105.2	192	92.8	5.4	28.6	43.0	7.9	25	34	26	23	21	29	28	4.4	6.6	7.9	--	--
6.00	2.55	20.47	4	1.85	108.8	189	91.0	5.0	30.0	45.0	7.6	23	34	25	22	21	29	28	4.2	6.4	7.6	--	--
6.20	2.84	21.80	4	1.85	112.4	197	96.3	5.2	30.8	46.3	8.5	26	34	26	23	21	29	29	4.7	7.1	8.5	--	--
6.40	3.04	22.14	4	1.85	116.0	202	101.3	5.3	31.7	47.6	9.1	28	35	26	23	21	29	29	5.1	7.6	9.1	--	--
6.60	3.14	22.86	4	1.85	119.7	204	104.5	5.3	32.7	49.0	9.4	28	35	26	23	21	29	29	5.2	7.8	9.4	--	--
6.80	3.04	22.14	4	1.85	123.3	202	101.3	4.9	34.1	51.2	9.1	26	34	26	22	21	29	29	5.1	7.6	9.1	--	--
7.00	3.53	22.50	4	1.85	126.9	214	117.6	5.7	34.1	51.1	10.6	31	35	26	23	22	30	30	5.9	8.8	10.6	--	--
7.20	3.53	16.36	4	1.85	130.5	214	117.6	5.5	35.4	53.0	10.6	30	35	26	23	22	30	30	5.9	8.8	10.6	--	--
7.40	3.92	22.22	4	1.85	134.2	222	130.7	6.1	35.4	53.1	11.8	33	35	27	23	22	30	30	6.5	9.8	11.8	--	--
7.60	3.23	25.98	4	1.85	137.8	207	107.8	4.6	38.4	57.5	9.7	26	34	25	22	21	29	29	5.4	8.1	9.7	--	--
7.80	3.33	28.33	4	1.85	141.4	209	111.1	4.6	39.4	59.0	10.0	26	34	25	22	21	29	29	5.6	8.3	10.0	--	--
8.00	3.92	28.57	4	1.85	145.0	222	130.7	5.5	39.3	58.9	11.8	31	35	26	23	22	30	30	6.5	9.8	11.8	--	--
8.20	3.43	23.81	4	1.85	148.7	211	114.3	4.5	41.5	62.2	10.3	26	34	25	22	21	29	29	5.7	8.6	10.3	--	--
8.40	2.94	19.61	4	1.85	152.3	199	98.0	3.6	43.0	64.5	8.8	20	34	24	21	20	28	29	4.9	7.4	8.8	--	--
8.60	3.04	14.98	4	1.85	155.9	202	101.3	3.7	44.0	66.0	9.1	20	34	25	21	20	28	29	5.1	7.6	9.1	--	--
8.80	2.84	19.73	4	1.85	159.5	197	96.3	3.3	44.7	67.1	8.5	18	33	24	21	20	27	29	4.7	7.1	8.5	--	--
9.00	3.33	17.62	4	1.85	163.2	209	111.1	3.9	45.8	68.7	10.0	22	34	25	21	20	28	29	5.6	8.3	10.0	--	--
9.20	3.04	21.09	4	1.85	166.8	202	101.3	3.4	46.8	70.2	9.1	19	34	24	21	20	27	29	5.1	7.6	9.1	--	--
9.40	2.16	--	3	1.85	170.4	177	--	--	--	--	--	6	32	22	19	18	25	28	3.6	5.4	6.5	--	--

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>5</b>
	Riferimento	<b>003-2020</b>

Committente	<b>Studio tecnico</b>	U.M.:	<b>MPa</b>	Data esec.	16/01/2020
Cantiere	<b>Studio del terreno di fondazione</b>	Pagina	1		
Località	<b>Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena</b>	Elaborato		Falda	Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	73.00	0									
0.40	15.0	26.0		1.47	93.00	16	6.2								
0.60	19.0	33.0		1.86	127.00	15	6.7								
0.80	17.0	36.0		1.67	127.00	13	7.5								
<b>1.00</b>	<b>26.0</b>	<b>45.0</b>		<b>2.55</b>	<b>167.00</b>	<b>16</b>	<b>6.4</b>								
1.20	23.0	48.0		2.25	213.00	11	9.3								
1.40	28.0	60.0		2.74	200.00	14	7.1								
1.60	28.0	58.0		2.74	220.00	13	7.9								
1.80	23.0	56.0		2.25	153.00	15	6.7								
<b>2.00</b>	<b>21.0</b>	<b>44.0</b>		<b>2.06</b>	<b>147.00</b>	<b>14</b>	<b>7.0</b>								
2.20	18.0	40.0		1.76	140.00	13	7.8								
2.40	20.0	41.0		1.96	147.00	14	7.4								
2.60	25.0	47.0		2.45	193.00	13	7.7								
2.80	24.0	53.0		2.35	120.00	20	5.0								
<b>3.00</b>	<b>17.0</b>	<b>35.0</b>		<b>1.67</b>	<b>113.00</b>	<b>15</b>	<b>6.6</b>								
3.20	21.0	38.0		2.06	127.00	17	6.0								
3.40	23.0	42.0		2.25	93.00	25	4.0								
3.60	14.0	28.0		1.37	80.00	18	5.7								
3.80	18.0	30.0		1.76	73.00	25	4.1								
<b>4.00</b>	<b>20.0</b>	<b>31.0</b>		<b>1.96</b>	<b>87.00</b>	<b>23</b>	<b>4.4</b>								
4.20	15.0	28.0		1.47	100.00	15	6.7								
4.40	18.0	33.0		1.76	120.00	15	6.7								
4.60	18.0	36.0		1.76	133.00	14	7.4								
4.80	22.0	42.0		2.16	167.00	13	7.6								
<b>5.00</b>	<b>23.0</b>	<b>48.0</b>		<b>2.25</b>	<b>147.00</b>	<b>16</b>	<b>6.4</b>								
5.20	26.0	48.0		2.55	147.00	18	5.7								
5.40	30.0	52.0		2.94	153.00	20	5.1								
5.60	31.0	54.0		3.04	160.00	19	5.2								
5.80	30.0	54.0		2.94	160.00	19	5.3								
<b>6.00</b>	<b>36.0</b>	<b>60.0</b>		<b>3.53</b>	<b>167.00</b>	<b>22</b>	<b>4.6</b>								
6.20	34.0	59.0		3.33	167.00	20	4.9								
6.40	27.0	52.0		2.65	153.00	18	5.7								
6.60	23.0	46.0		2.25	127.00	18	5.5								
6.80	22.0	41.0		2.16	127.00	17	5.8								
<b>7.00</b>	<b>29.0</b>	<b>48.0</b>		<b>2.84</b>	<b>160.00</b>	<b>18</b>	<b>5.5</b>								
7.20	24.0	48.0		2.35	113.00	21	4.7								
7.40	19.0	36.0		1.86	93.00	20	4.9								
7.60	18.0	32.0		1.76	87.00	21	4.8								
7.80	29.0	42.0		2.84	240.00	12	8.3								
<b>8.00</b>	<b>64.0</b>	<b>100.0</b>		<b>6.27</b>	<b>333.00</b>	<b>19</b>	<b>5.2</b>								
8.20	300.0	350.0		29.40	333.00	90	1.1								
8.40	350.0	400.0		34.30											

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
 fs = resistenza laterale  
 0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**5****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**Scala: **1:65**Pagina **1**

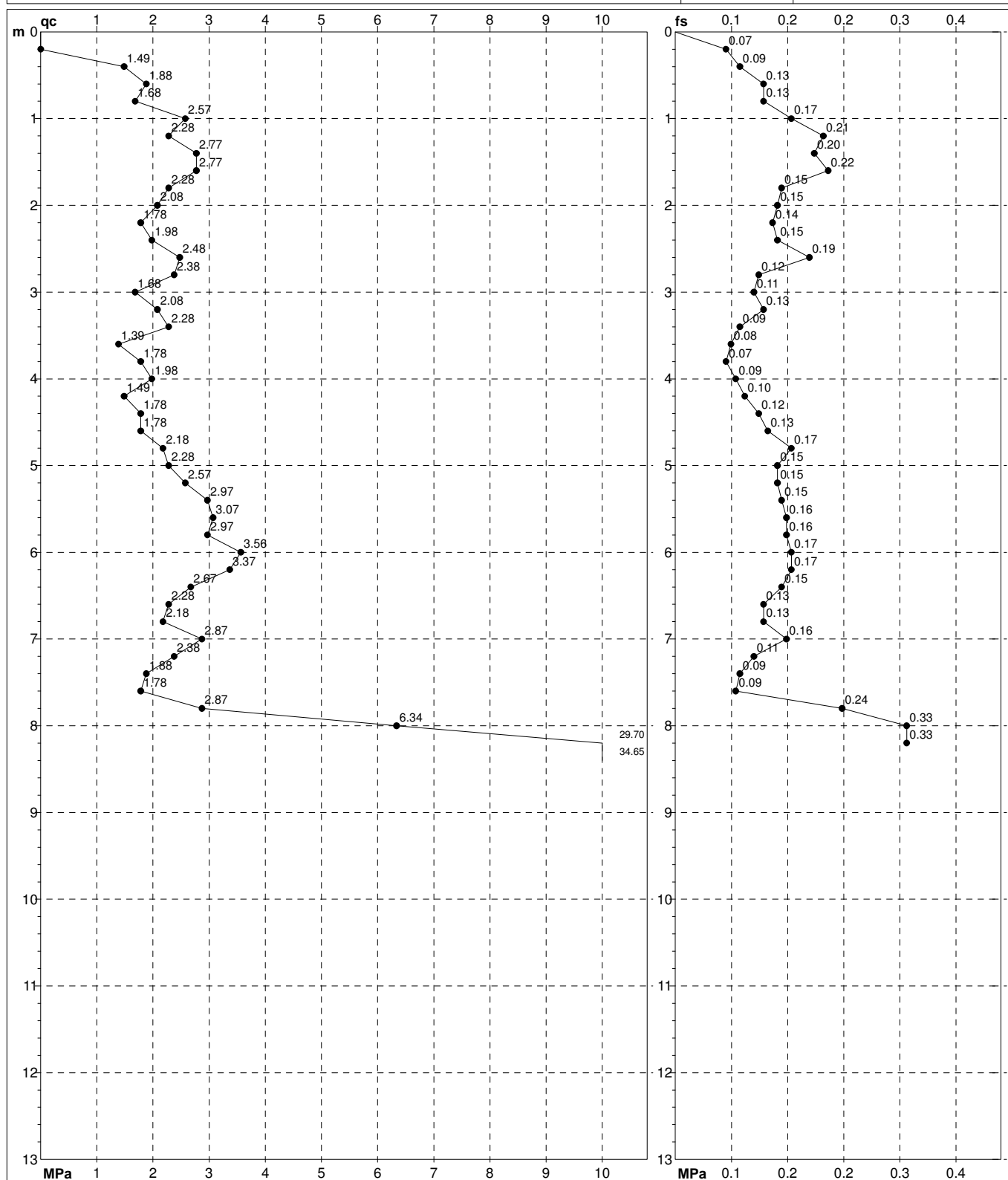
Elaborato

Data eseg. **16/01/2020**

Quota inizio:

Falda

Assente



Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**5****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.:

Scala:

Pagina

Elaborato

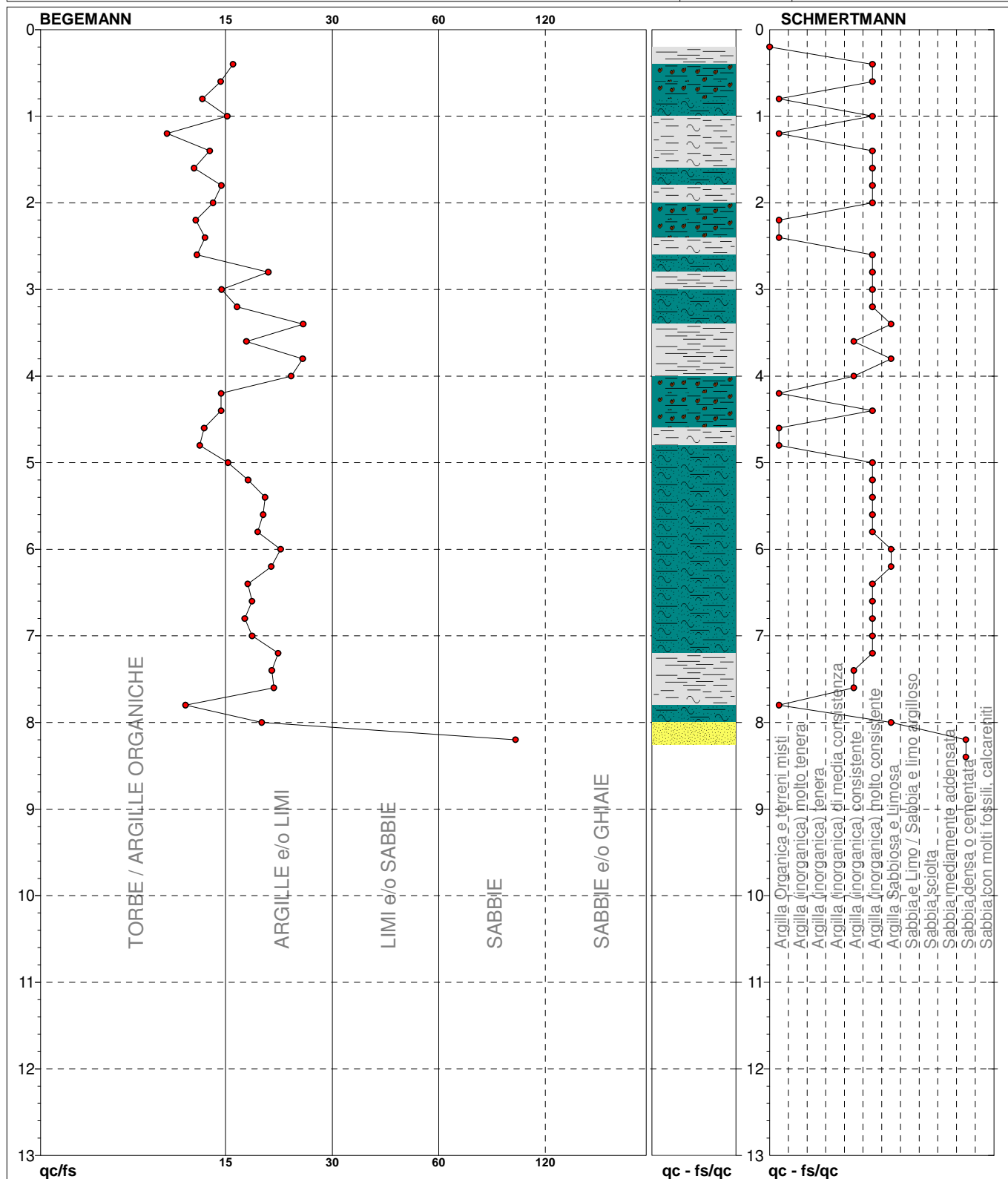
**MPa****1:65****1**

Data esec.

16/01/2020

Falda

Assente



TORBE / ARGILLE OR

15 punti, 35.71%

ARGILLE e/o LIMI

25 punti, 59.52%

SABBIE

1 punto, 2.38%

Argilla Organica e terreni misti  
 Argilla (inorganica) consistente  
 Argilla (inorganica) molto consistente

8 punti,

19.05%

4 punti,

9.52%

22 punti,

52.38%

Argilla Sabbiosa e Limosa

Sabbia densa o cementata

5 punti,

11.90%

1 punto,

2.38%

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**

Riferimento

**5****003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa** Data eseg. **16/01/2020**  
 Pagina **1**  
 Elaborato **Falda Assente**

H m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'_{vo}$ kPa	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2
0.20	--	--	?	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	1.47	16.13	2	1.85	7.3	154	65.3	98.0	11.1	16.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	1.86	14.96	2	1.85	10.9	168	76.0	71.3	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	1.67	13.39	2	1.85	14.5	161	70.9	45.6	12.1	18.1	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	2.55	15.57	4	1.85	18.1	189	91.0	47.2	15.5	23.2	7.6	67	39	34	32	29	39	28	4.2	6.4	7.6	--	--
1.20	2.25	10.80	4	1.85	21.8	180	85.1	34.5	14.5	21.7	6.8	58	38	33	30	28	37	28	3.8	5.6	6.8	--	--
1.40	2.74	14.00	4	1.85	25.4	194	94.6	32.5	16.1	24.1	8.2	61	39	33	30	28	37	28	4.6	6.9	8.2	--	--
1.60	2.74	12.73	4	1.85	29.0	194	94.6	27.5	16.1	24.1	8.2	58	38	32	29	28	37	28	4.6	6.9	8.2	--	--
1.80	2.25	15.03	4	1.85	32.6	180	85.1	20.8	14.5	21.7	6.8	48	37	31	28	26	35	28	3.8	5.6	6.8	--	--
2.00	2.06	14.29	4	1.85	36.3	174	80.7	17.1	13.7	20.6	6.2	43	36	30	27	25	34	27	3.4	5.1	6.2	--	--
2.20	1.76	12.86	2	1.85	39.9	164	73.5	13.5	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	1.96	13.61	4	1.85	43.5	171	78.4	13.1	13.3	20.0	5.9	36	36	29	26	24	33	27	3.3	4.9	5.9	--	--
2.60	2.45	12.95	4	1.85	47.1	186	89.1	13.9	15.1	22.7	7.4	42	36	29	26	25	33	28	4.1	6.1	7.4	--	--
2.80	2.35	20.00	4	1.85	50.8	183	87.1	12.3	14.8	22.2	7.1	39	36	29	26	24	33	28	3.9	5.9	7.1	--	--
3.00	1.67	15.04	2	1.85	54.4	161	70.9	8.7	12.9	19.3	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	2.06	16.54	4	1.85	58.0	174	80.7	9.5	13.9	20.9	6.2	31	35	28	24	23	31	27	3.4	5.1	6.2	--	--
3.40	2.25	24.73	4	1.85	61.6	180	85.1	9.4	14.7	22.1	6.8	33	35	28	25	23	31	28	3.8	5.6	6.8	--	--
3.60	1.37	17.50	2	1.85	65.3	150	62.4	5.9	17.3	26.0	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.80	1.76	24.66	2	1.85	68.9	164	73.5	6.8	17.5	26.2	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.00	1.96	22.99	4	1.85	72.5	171	78.4	6.9	18.3	27.4	5.9	24	34	26	23	22	30	27	3.3	4.9	5.9	--	--
4.20	1.47	15.00	2	1.85	76.1	154	65.3	5.2	20.9	31.3	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	1.76	15.00	2	1.85	79.8	164	73.5	5.7	21.5	32.2	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.60	1.76	13.53	2	1.85	83.4	164	73.5	5.4	22.7	34.1	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.80	2.16	13.17	4	1.85	87.0	177	82.9	5.9	23.1	34.7	6.5	23	34	26	22	21	29	28	3.6	5.4	6.5	--	--
5.00	2.25	15.65	4	1.85	90.7	180	85.1	5.8	24.2	36.4	6.8	23	34	26	23	21	29	28	3.8	5.6	6.8	--	--
5.20	2.55	17.69	4	1.85	94.3	189	91.0	6.0	24.9	37.4	7.6	27	34	26	23	22	30	28	4.2	6.4	7.6	--	--
5.40	2.94	19.61	4	1.85	97.9	199	98.0	6.3	25.5	38.3	8.8	31	35	27	23	22	30	29	4.9	7.4	8.8	--	--
5.60	3.04	19.38	4	1.85	101.5	202	101.3	6.3	26.5	39.8	9.1	31	35	27	23	22	30	29	5.1	7.6	9.1	--	--
5.80	2.94	18.75	4	1.85	105.2	199	98.0	5.7	28.2	42.3	8.8	29	35	26	23	22	30	29	4.9	7.4	8.8	--	--
6.00	3.53	21.56	4	1.85	108.8	214	117.6	6.9	27.4	41.1	10.6	34	35	27	24	22	31	30	5.9	8.8	10.6	--	--
6.20	3.33	20.36	4	1.85	112.4	209	111.1	6.2	29.5	44.2	10.0	32	35	27	23	22	30	29	5.6	8.3	10.0	--	--
6.40	2.65	17.65	4	1.85	116.0	192	92.8	4.8	32.2	48.3	7.9	23	34	25	22	21	29	28	4.4	6.6	7.9	--	--
6.60	2.25	18.11	4	1.85	119.7	180	85.1	4.1	33.4	50.1	6.8	17	33	24	21	20	28	28	3.8	5.6	6.8	--	--
6.80	2.16	17.32	4	1.85	123.3	177	82.9	3.8	34.7	52.0	6.5	14	33	24	21	20	27	28	3.6	5.4	6.5	--	--
7.00	2.84	18.13	4	1.85	126.9	197	96.3	4.4	35.4	53.1	8.5	23	34	25	22	21	29	29	4.7	7.1	8.5	--	--
7.20	2.35	21.24	4	1.85	130.5	183	87.1	3.8	36.8	55.2	7.1	16	33	24	21	20	27	28	3.9	5.9	7.1	--	--
7.40	1.86	20.43	2	1.85	134.2	168	76.0	3.1	37.0	55.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.60	1.76	20.69	2	1.85	137.8	164	73.5	2.9	37.1	55.6	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.80	2.84	12.08	4	1.85	141.4	197	96.3	3.9	39.7	59.5	8.5	20	34	25	21	20	28	29	4.7	7.1	8.5	--	--
8.00	6.27	19.22	4	1.85	145.0	265	209.1	9.9	35.6	53.4	18.8	47	37	28	25	24	32	32	10.5	15.7	18.8	--	--
8.20	29.40	90.09	3	1.85	148.7	475	--	--	--	--	--	100	43	36	33	31	40	40	49.0	73.5	88.2	--	--
8.40	34.30	--	3	1.85	152.3	503	--	--	--	--	--	100	43	37	34	32	41	40	57.2	85.8	102.9	--	--

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>6</b>
	Riferimento	<b>003-2020</b>

Committente	<b>Studio tecnico</b>	U.M.:	<b>MPa</b>	Data esec.	15/01/2020
Cantiere	<b>Studio del terreno di fondazione</b>	Pagina	1		
Località	<b>Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena</b>	Elaborato		Falda	Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	73.00	0									
0.40	11.0	22.0		1.08	93.00	12	8.5								
0.60	18.0	32.0		1.76	93.00	19	5.2								
0.80	14.0	28.0		1.37	113.00	12	8.1								
<b>1.00</b>	<b>15.0</b>	<b>32.0</b>		<b>1.47</b>	<b>120.00</b>	<b>13</b>	<b>8.0</b>								
1.20	20.0	38.0		1.96	120.00	17	6.0								
1.40	24.0	42.0		2.35	167.00	14	7.0								
1.60	25.0	50.0		2.45	173.00	14	6.9								
1.80	27.0	53.0		2.65	160.00	17	5.9								
<b>2.00</b>	<b>29.0</b>	<b>53.0</b>		<b>2.84</b>	<b>160.00</b>	<b>18</b>	<b>5.5</b>								
2.20	27.0	51.0		2.65	127.00	21	4.7								
2.40	23.0	42.0		2.25	127.00	18	5.5								
2.60	25.0	44.0		2.45	147.00	17	5.9								
2.80	28.0	50.0		2.74	127.00	22	4.5								
<b>3.00</b>	<b>32.0</b>	<b>51.0</b>		<b>3.14</b>	<b>120.00</b>	<b>27</b>	<b>3.8</b>								
3.20	26.0	44.0		2.55	147.00	18	5.7								
3.40	22.0	44.0		2.16	167.00	13	7.6								
3.60	25.0	50.0		2.45	133.00	19	5.3								
3.80	26.0	46.0		2.55	173.00	15	6.7								
<b>4.00</b>	<b>30.0</b>	<b>56.0</b>		<b>2.94</b>	<b>173.00</b>	<b>17</b>	<b>5.8</b>								
4.20	32.0	58.0		3.14	200.00	16	6.3								
4.40	32.0	62.0		3.14	187.00	17	5.8								
4.60	37.0	65.0		3.63	187.00	20	5.1								
4.80	32.0	60.0		3.14	167.00	19	5.2								
<b>5.00</b>	<b>31.0</b>	<b>56.0</b>		<b>3.04</b>	<b>193.00</b>	<b>16</b>	<b>6.2</b>								
5.20	29.0	58.0		2.84	147.00	20	5.1								
5.40	22.0	44.0		2.16	160.00	14	7.3								
5.60	24.0	48.0		2.35	187.00	13	7.8								
5.80	31.0	59.0		3.04	180.00	17	5.8								
<b>6.00</b>	<b>35.0</b>	<b>62.0</b>		<b>3.43</b>	<b>200.00</b>	<b>18</b>	<b>5.7</b>								
6.20	35.0	65.0		3.43	207.00	17	5.9								
6.40	32.0	63.0		3.14	180.00	18	5.6								
6.60	25.0	52.0		2.45	193.00	13	7.7								
6.80	25.0	54.0		2.45	167.00	15	6.7								
<b>7.00</b>	<b>40.0</b>	<b>65.0</b>		<b>3.92</b>	<b>207.00</b>	<b>19</b>	<b>5.2</b>								
7.20	29.0	60.0		2.84	200.00	15	6.9								
7.40	140.0	170.0		13.72	267.00	52	1.9								
7.60	40.0	80.0		3.92	333.00	12	8.3								
7.80	300.0	350.0		29.40	333.00	90	1.1								
<b>8.00</b>	<b>350.0</b>	<b>400.0</b>		<b>34.30</b>											

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
 fs = resistenza laterale  
 0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**6****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**Scala: **1:65**Pagina **1**

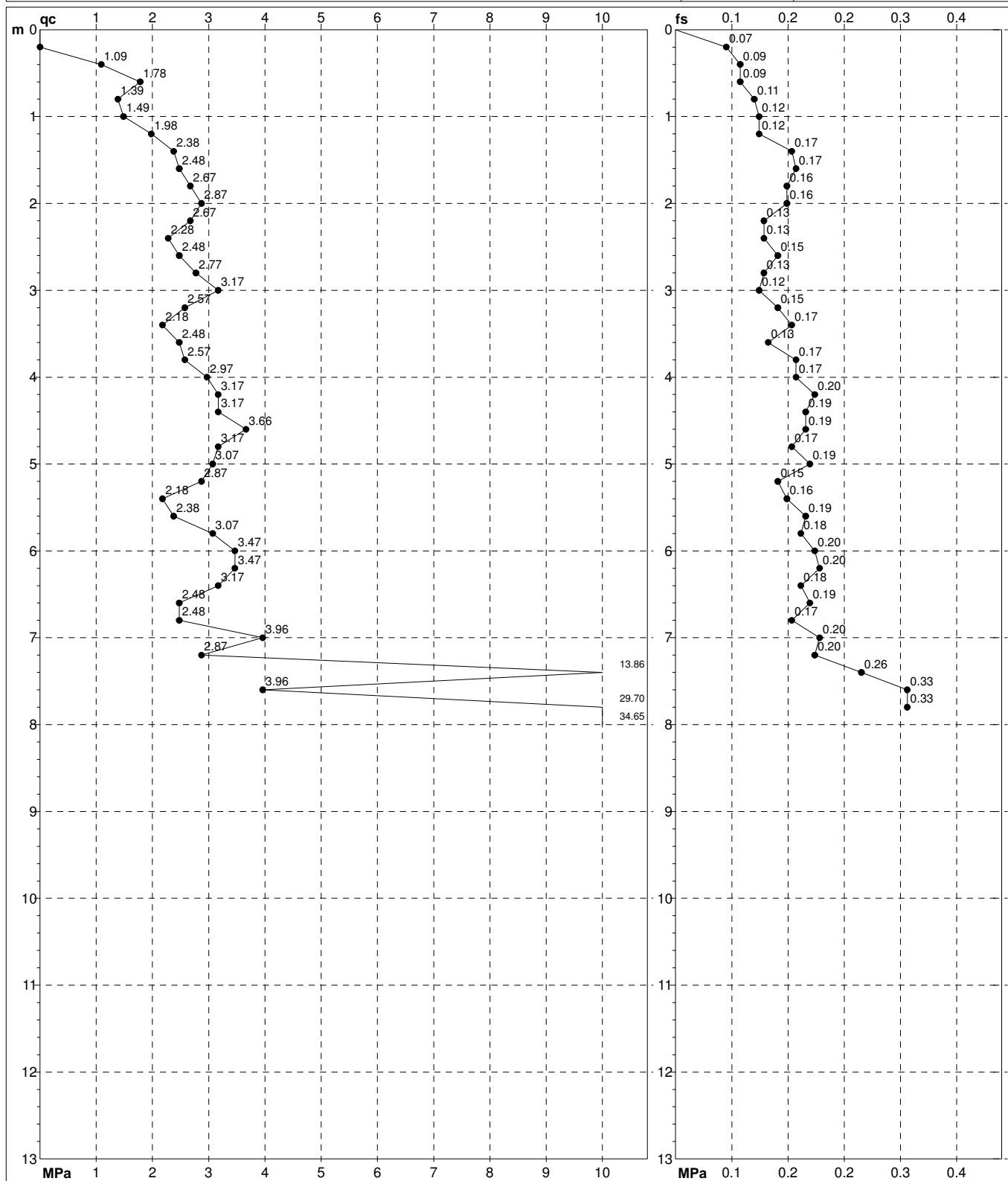
Elaborato

Data esec. **15/01/2020**

Quota inizio:

Falda

Assente



Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**6**

**003-2020**

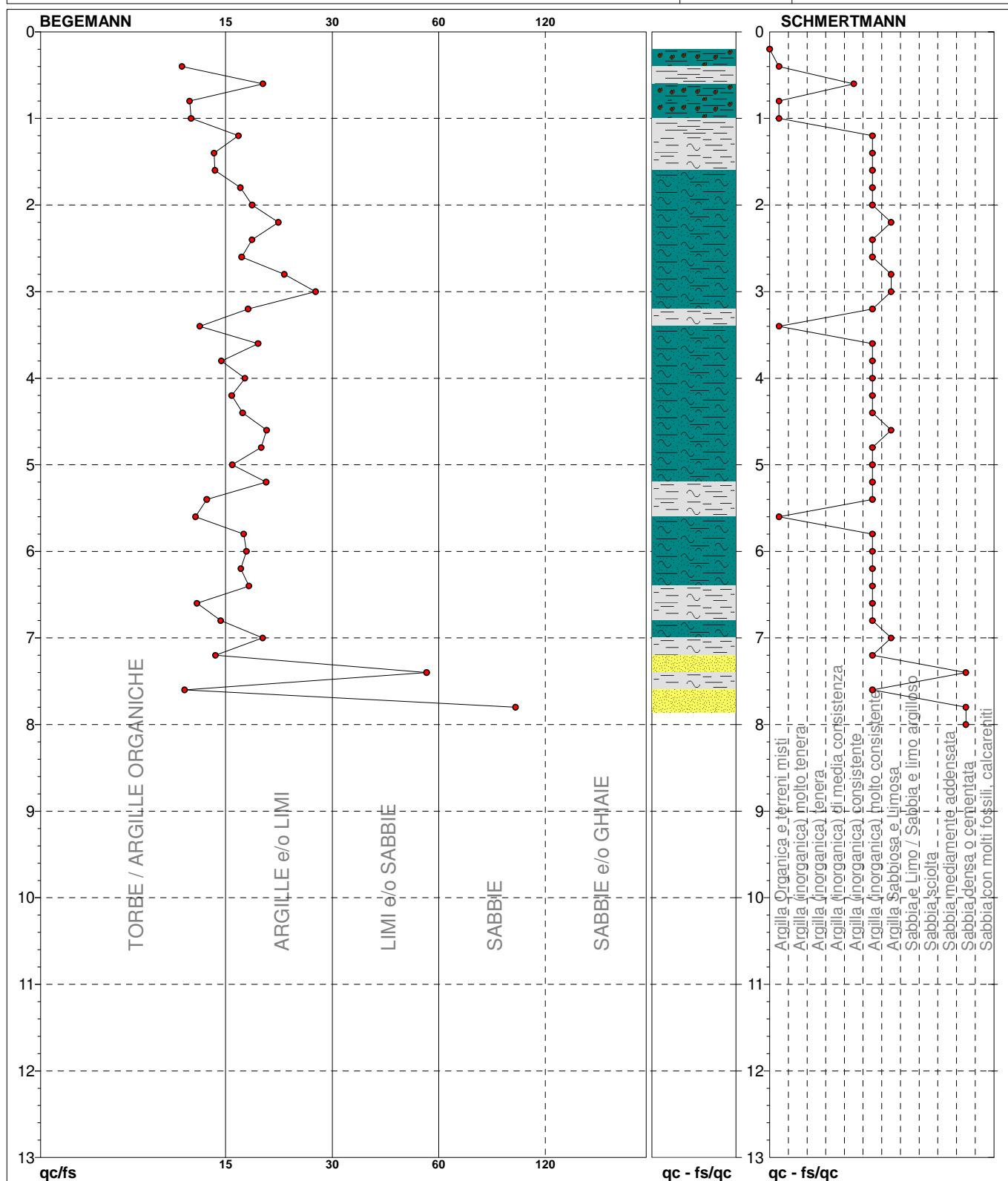
Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.:  
Scala:  
Pagina  
Elaborato

**MPa**  
**1:65**  
**1**

Data esec. 15/01/2020

Falda Assente



TORBE / ARGILLE OR 13 punti, 32.50%

ARGILLE e/o LIMI 24 punti, 60.00%

LIMI e/o SABBIE 1 punti, 2.50%

SABBIE 1 punti, 2.50%

Argilla Organica e terreni misti 5 punti, 12.50%

Argilla (inorganica) consistente 1 punti, 2.50%

Argilla (inorganica) molto consistente 25 punti, 62.50%

Argilla Sabbiosa e Limosa 5 punti, 12.50%

Sabbia densa o cementata 2 punti, 5.00%

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**

Riferimento

**6****003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa** Data esec. **15/01/2020**  
 Pagina **1**  
 Elaborato **Falda Assente**

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE													
H m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'$ vo kPa	Vs m/s	Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2		
0.20	--	--	?	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0.40	1.08	11.83	2	1.85	7.3	137	52.6	74.7	8.9	13.4	4.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0.60	1.76	19.35	2	1.85	10.9	164	73.5	68.4	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0.80	1.37	12.39	2	1.85	14.5	150	62.4	38.9	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.00	1.47	12.50	2	1.85	18.1	154	65.3	31.2	11.1	16.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.20	1.96	16.67	4	1.85	21.8	171	78.4	31.2	13.3	20.0	5.9	53	38	32	29	27	36	27	3.3	4.9	5.9	--	--	--	
1.40	2.35	14.37	4	1.85	25.4	183	87.1	29.3	14.8	22.2	7.1	56	38	32	29	27	37	28	3.9	5.9	7.1	--	--	--	
1.60	2.45	14.45	4	1.85	29.0	186	89.1	25.5	15.1	22.7	7.4	54	38	32	29	27	36	28	4.1	6.1	7.4	--	--	--	
1.80	2.65	16.88	4	1.85	32.6	192	92.8	23.2	15.8	23.7	7.9	54	38	32	29	27	36	28	4.4	6.6	7.9	--	--	--	
2.00	2.84	18.13	4	1.85	36.3	197	96.3	21.3	16.4	24.6	8.5	54	38	31	28	27	36	29	4.7	7.1	8.5	--	--	--	
2.20	2.65	21.26	4	1.85	39.9	192	92.8	18.1	15.8	23.7	7.9	49	37	31	28	26	35	28	4.4	6.6	7.9	--	--	--	
2.40	2.25	18.11	4	1.85	43.5	180	85.1	14.5	14.5	21.7	6.8	41	36	29	26	25	33	28	3.8	5.6	6.8	--	--	--	
2.60	2.45	17.01	4	1.85	47.1	186	89.1	13.9	15.1	22.7	7.4	42	36	29	26	25	33	28	4.1	6.1	7.4	--	--	--	
2.80	2.74	22.05	4	1.85	50.8	194	94.6	13.7	16.1	24.1	8.2	44	37	30	27	25	34	28	4.6	6.9	8.2	--	--	--	
3.00	3.14	26.67	4	1.85	54.4	204	104.5	14.2	17.8	26.7	9.4	47	37	30	27	25	34	29	5.2	7.8	9.4	--	--	--	
3.20	2.55	17.69	4	1.85	58.0	189	91.0	11.0	15.5	23.2	7.6	38	36	29	25	24	32	28	4.2	6.4	7.6	--	--	--	
3.40	2.16	13.17	4	1.85	61.6	177	82.9	9.1	14.6	22.0	6.5	31	35	27	24	23	31	28	3.6	5.4	6.5	--	--	--	
3.60	2.45	18.80	4	1.85	65.3	186	89.1	9.3	15.6	23.3	7.4	34	35	28	25	23	32	28	4.1	6.1	7.4	--	--	--	
3.80	2.55	15.03	4	1.85	68.9	189	91.0	8.9	16.3	24.5	7.6	34	35	28	25	23	31	28	4.2	6.4	7.6	--	--	--	
4.00	2.94	17.34	4	1.85	72.5	199	98.0	9.1	17.2	25.9	8.8	38	36	28	25	24	32	29	4.9	7.4	8.8	--	--	--	
4.20	3.14	16.00	4	1.85	76.1	204	104.5	9.3	18.2	27.3	9.4	39	36	28	25	24	32	29	5.2	7.8	9.4	--	--	--	
4.40	3.14	17.11	4	1.85	79.8	204	104.5	8.8	18.9	28.3	9.4	38	36	28	25	23	32	29	5.2	7.8	9.4	--	--	--	
4.60	3.63	19.79	4	1.85	83.4	216	120.9	10.0	20.6	30.8	10.9	42	36	29	25	24	32	30	6.0	9.1	10.9	--	--	--	
4.80	3.14	19.16	4	1.85	87.0	204	104.5	7.9	21.0	31.5	9.4	36	36	28	24	23	31	29	5.2	7.8	9.4	--	--	--	
5.00	3.04	16.06	4	1.85	90.7	202	101.3	7.2	22.5	33.8	9.1	34	35	27	24	23	31	29	5.1	7.6	9.1	--	--	--	
5.20	2.84	19.73	4	1.85	94.3	197	96.3	6.5	24.4	36.5	8.5	30	35	27	24	22	30	29	4.7	7.1	8.5	--	--	--	
5.40	2.16	13.75	4	1.85	97.9	177	82.9	5.1	26.9	40.4	6.5	20	34	25	22	21	29	28	3.6	5.4	6.5	--	--	--	
5.60	2.35	12.83	4	1.85	101.5	183	87.1	5.2	27.9	41.8	7.1	22	34	25	22	21	29	28	3.9	5.9	7.1	--	--	--	
5.80	3.04	17.22	4	1.85	105.2	202	101.3	6.0	27.8	41.8	9.1	30	35	26	23	22	30	29	5.1	7.6	9.1	--	--	--	
6.00	3.43	17.50	4	1.85	108.8	211	114.3	6.7	27.8	41.6	10.3	33	35	27	24	22	31	29	5.7	8.6	10.3	--	--	--	
6.20	3.43	16.91	4	1.85	112.4	211	114.3	6.4	29.1	43.7	10.3	33	35	27	24	22	30	29	5.7	8.6	10.3	--	--	--	
6.40	3.14	17.78	4	1.85	116.0	204	104.5	5.5	31.4	47.1	9.4	29	35	26	23	22	30	29	5.2	7.8	9.4	--	--	--	
6.60	2.45	12.95	4	1.85	119.7	186	89.1	4.3	33.4	50.1	7.4	19	34	25	21	20	28	28	4.1	6.1	7.4	--	--	--	
6.80	2.45	14.97	4	1.85	123.3	186	89.1	4.2	34.4	51.6	7.4	19	33	25	21	20	28	28	4.1	6.1	7.4	--	--	--	
7.00	3.92	19.32	4	1.85	126.9	222	130.7	6.5	32.7	49.0	11.8	34	35	27	24	22	30	30	6.5	9.8	11.8	--	--	--	
7.20	2.84	14.50	4	1.85	130.5	197	96.3	4.3	36.5	54.7	8.5	22	34	25	22	21	28	29	4.7	7.1	8.5	--	--	--	
7.40	13.72	52.43	3	1.85	134.2	356	--	--	--	--	--	76	40	33	30	28	37	36	22.9	34.3	41.2	--	--	--	
7.60	3.92	12.01	4	1.85	137.8	222	130.7	5.9	36.7	55.0	11.8	32	35	26	23	22	30	30	6.5	9.8	11.8	--	--	--	
7.80	29.40	90.09	3	1.85	141.4	475	--	--	--	--	--	100	43	36	34	31	40	40	49.0	73.5	88.2	--	--	--	
8.00	34.30	--	3	1.85	145.0	503	--	--	--	--	--	100	43	37	34	32	41	40	57.2	85.8	102.9	--	--	--	

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****7**

Riferimento

**003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 16/01/2020

Pagina 1

Elaborato

Falda -0.30 m Foro chiuso

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	33.00	0									
0.40	9.0	14.0		0.88	47.00	19	5.2								
0.60	9.0	16.0		0.88	100.00	9	11.1								
0.80	15.0	30.0		1.47	147.00	10	9.8								
<b>1.00</b>	<b>20.0</b>	<b>42.0</b>		<b>1.96</b>	<b>167.00</b>	<b>12</b>	<b>8.4</b>								
1.20	25.0	50.0		2.45	207.00	12	8.3								
1.40	27.0	58.0		2.65	213.00	13	7.9								
1.60	30.0	62.0		2.94	220.00	14	7.3								
1.80	26.0	59.0		2.55	187.00	14	7.2								
<b>2.00</b>	<b>24.0</b>	<b>52.0</b>		<b>2.35</b>	<b>207.00</b>	<b>12</b>	<b>8.6</b>								
2.20	27.0	58.0		2.65	140.00	19	5.2								
2.40	19.0	40.0		1.86	113.00	17	5.9								
2.60	19.0	36.0		1.86	127.00	15	6.7								
2.80	16.0	35.0		1.57	127.00	13	7.9								
<b>3.00</b>	<b>18.0</b>	<b>37.0</b>		<b>1.76</b>	<b>140.00</b>	<b>13</b>	<b>7.8</b>								
3.20	24.0	45.0		2.35	160.00	15	6.7								
3.40	22.0	46.0		2.16	173.00	13	7.9								
3.60	21.0	47.0		2.06	140.00	15	6.7								
3.80	19.0	40.0		1.86	180.00	11	9.5								
<b>4.00</b>	<b>25.0</b>	<b>52.0</b>		<b>2.45</b>	<b>193.00</b>	<b>13</b>	<b>7.7</b>								
4.20	26.0	55.0		2.55	213.00	12	8.2								
4.40	30.0	62.0		2.94	207.00	14	6.9								
4.60	37.0	68.0		3.63	227.00	16	6.1								
4.80	36.0	70.0		3.53	240.00	15	6.7								
<b>5.00</b>	<b>36.0</b>	<b>72.0</b>		<b>3.53</b>	<b>247.00</b>	<b>15</b>	<b>6.9</b>								
5.20	37.0	74.0		3.63	260.00	14	7.0								
5.40	39.0	78.0		3.82	227.00	17	5.8								
5.60	35.0	69.0		3.43	220.00	16	6.3								
5.80	31.0	64.0		3.04	140.00	22	4.5								
<b>6.00</b>	<b>19.0</b>	<b>40.0</b>		<b>1.86</b>	<b>113.00</b>	<b>17</b>	<b>5.9</b>								
6.20	19.0	36.0		1.86	153.00	12	8.1								
6.40	24.0	47.0		2.35	173.00	14	7.2								
6.60	23.0	49.0		2.25	220.00	10	9.6								
6.80	28.0	61.0		2.74	180.00	16	6.4								
<b>7.00</b>	<b>24.0</b>	<b>51.0</b>		<b>2.35</b>	<b>127.00</b>	<b>19</b>	<b>5.3</b>								
7.20	27.0	46.0		2.65	140.00	19	5.2								
7.40	19.0	40.0		1.86	140.00	14	7.4								
7.60	18.0	39.0		1.76	140.00	13	7.8								
7.80	21.0	42.0		2.06	140.00	15	6.7								
<b>8.00</b>	<b>22.0</b>	<b>43.0</b>		<b>2.16</b>	<b>140.00</b>	<b>16</b>	<b>6.4</b>								
8.20	19.0	40.0		1.86	107.00	18	5.6								
8.40	14.0	30.0		1.37	80.00	18	5.7								
8.60	20.0	32.0		1.96	147.00	14	7.4								
8.80	22.0	44.0		2.16	133.00	17	6.0								
<b>9.00</b>	<b>30.0</b>	<b>50.0</b>		<b>2.94</b>	<b>153.00</b>	<b>20</b>	<b>5.1</b>								
9.20	31.0	54.0		3.04	167.00	19	5.4								
9.40	25.0	50.0		2.45	160.00	16	6.4								
9.60	22.0	46.0		2.16	147.00	15	6.7								
9.80	24.0	46.0		2.35	140.00	17	5.8								
<b>10.00</b>	<b>21.0</b>	<b>42.0</b>		<b>2.06</b>	<b>200.00</b>	<b>11</b>	<b>9.5</b>								
10.20	150.0	180.0		14.70	267.00	56	1.8								
10.40	200.0	240.0		19.60	333.00	60	1.7								
10.60	300.0	350.0		29.40											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

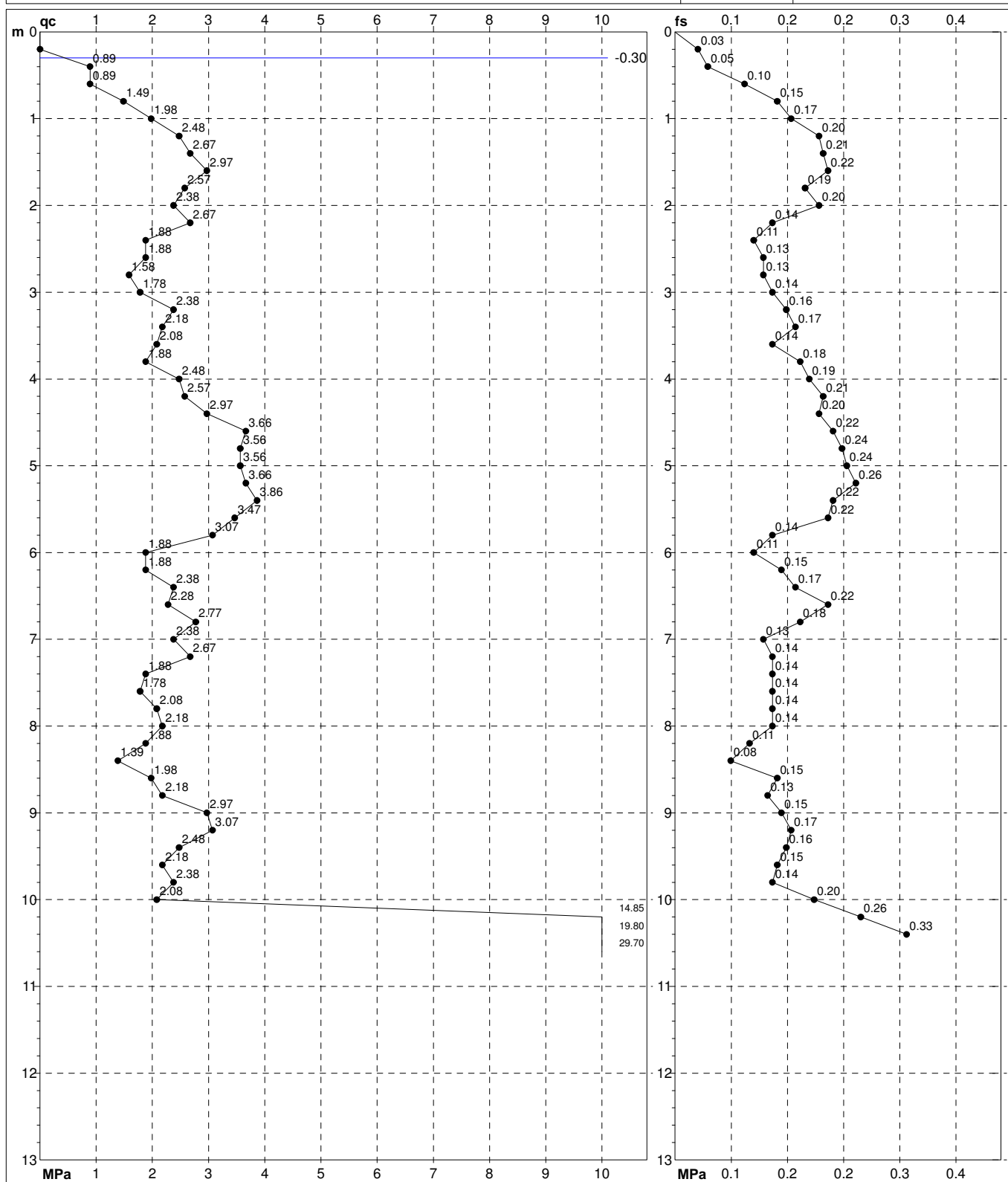
Riferimento

**7****003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:65**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data esec. **16/01/2020**  
 Quota inizio:  
 Falda **-0.30 m** Foro chiuso



Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

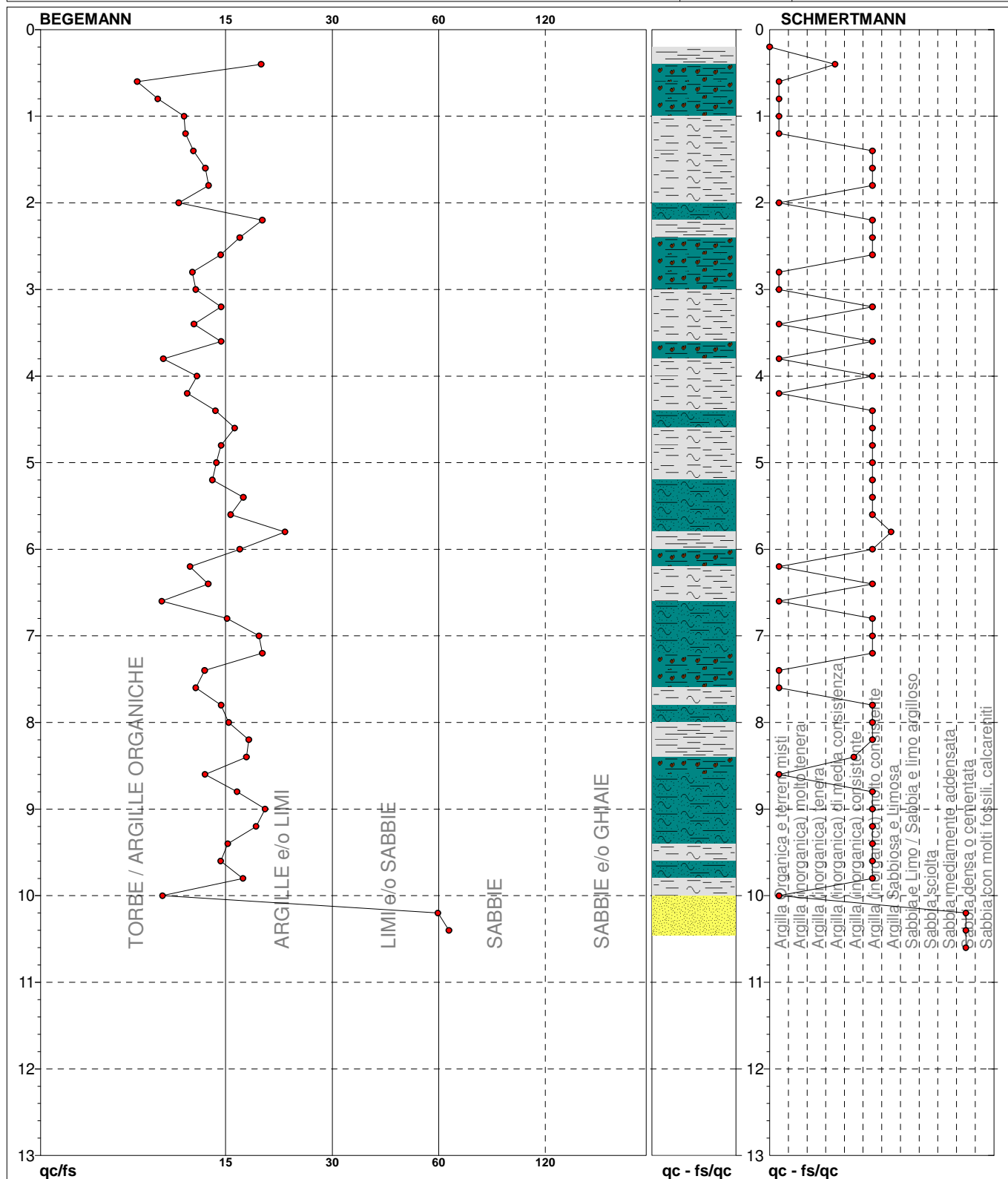
Riferimento

**7**

**003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:65**  
Pagina **1**  
Elaborato  
Data eseg. **16/01/2020**  
Falda **-0.30 m** Foro chiuso



FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**

Riferimento

**7****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 16/01/2020

Pagina 1

Elaborato

Falda -0.30 m Foro chiuso

H m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'_{vo}$ kPa	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2
0.20	--	--	?	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	0.88	19.15	2	0.88	5.4	127	44.1	87.7	7.5	11.2	3.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	0.88	9.00	2	0.88	7.1	127	44.1	61.8	7.5	11.2	3.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	1.47	10.20	2	0.95	8.9	154	65.3	75.5	11.1	16.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	1.96	11.98	4	0.93	10.8	171	78.4	75.2	13.3	20.0	5.9	71	40	36	33	31	40	27	3.3	4.9	5.9	--	--
1.20	2.45	12.08	4	0.94	12.6	186	89.1	72.4	15.1	22.7	7.4	74	40	36	33	31	40	28	4.1	6.1	7.4	--	--
1.40	2.65	12.68	4	0.95	14.5	192	92.8	64.1	15.8	23.7	7.9	74	40	36	33	31	40	28	4.4	6.6	7.9	--	--
1.60	2.94	13.64	4	0.96	16.3	199	98.0	58.9	16.7	25.0	8.8	74	40	36	33	31	40	29	4.9	7.4	8.8	--	--
1.80	2.55	13.90	4	0.95	18.2	189	91.0	46.9	15.5	23.2	7.6	67	39	34	31	29	39	28	4.2	6.4	7.6	--	--
2.00	2.35	11.59	4	0.94	20.1	183	87.1	39.4	14.8	22.2	7.1	62	39	33	31	29	38	28	3.9	5.9	7.1	--	--
2.20	2.65	19.29	4	0.95	21.9	192	92.8	38.2	15.8	23.7	7.9	64	39	34	31	29	38	28	4.4	6.6	7.9	--	--
2.40	1.86	16.81	2	0.99	23.9	168	76.0	26.7	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.60	1.86	14.96	2	0.99	25.8	168	76.0	24.2	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.80	1.57	12.60	2	0.96	27.7	157	68.2	19.4	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.00	1.76	12.86	2	0.98	29.6	164	73.5	19.6	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	2.35	15.00	4	0.94	31.4	183	87.1	22.4	14.8	22.2	7.1	51	37	31	28	26	35	28	3.9	5.9	7.1	--	--
3.40	2.16	12.72	4	0.93	33.3	177	82.9	19.7	14.1	21.1	6.5	46	37	30	27	26	35	28	3.6	5.4	6.5	--	--
3.60	2.06	15.00	4	0.93	35.1	174	80.7	17.8	13.7	20.6	6.2	43	36	30	27	25	34	27	3.4	5.1	6.2	--	--
3.80	1.86	10.56	2	0.99	37.0	168	76.0	15.4	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.00	2.45	12.95	4	0.94	38.9	186	89.1	17.7	15.1	22.7	7.4	47	37	30	27	26	34	28	4.1	6.1	7.4	--	--
4.20	2.55	12.21	4	0.95	40.7	189	91.0	17.1	15.5	23.2	7.6	47	37	30	27	26	34	28	4.2	6.4	7.6	--	--
4.40	2.94	14.49	4	0.96	42.6	199	98.0	17.8	16.7	25.0	8.8	51	37	31	28	26	35	29	4.9	7.4	8.8	--	--
4.60	3.63	16.30	4	0.99	44.6	216	120.9	21.8	20.5	30.8	10.9	57	38	32	29	27	36	30	6.0	9.1	10.9	--	--
4.80	3.53	15.00	4	0.99	46.5	214	117.6	20.0	20.0	30.0	10.6	55	38	31	28	27	35	30	5.9	8.8	10.6	--	--
5.00	3.53	14.57	4	0.99	48.4	214	117.6	19.0	20.0	30.0	10.6	54	38	31	28	26	35	30	5.9	8.8	10.6	--	--
5.20	3.63	14.23	4	0.99	50.4	216	120.9	18.7	20.5	30.8	10.9	54	38	31	28	26	35	30	6.0	9.1	10.9	--	--
5.40	3.82	17.18	4	1.00	52.3	220	127.4	19.1	21.7	32.5	11.5	55	38	31	28	26	35	30	6.4	9.6	11.5	--	--
5.60	3.43	15.91	4	0.98	54.2	211	114.3	15.9	19.4	29.2	10.3	50	37	30	27	26	34	29	5.7	8.6	10.3	--	--
5.80	3.04	22.14	4	0.97	56.1	202	101.3	13.1	17.2	25.8	9.1	45	37	30	27	25	34	29	5.1	7.6	9.1	--	--
6.00	1.86	16.81	2	0.99	58.1	168	76.0	8.8	13.8	20.6	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.20	1.86	12.42	2	0.99	60.0	168	76.0	8.4	14.3	21.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.40	2.35	13.87	4	0.94	61.9	183	87.1	9.6	14.9	22.4	7.1	34	35	28	25	23	32	28	3.9	5.9	7.1	--	--
6.60	2.25	10.45	4	0.94	63.7	180	85.1	9.0	15.1	22.7	6.8	32	35	27	24	23	31	28	3.8	5.6	6.8	--	--
6.80	2.74	15.56	4	0.96	65.6	194	94.6	9.9	16.1	24.1	8.2	38	36	28	25	24	32	28	4.6	6.9	8.2	--	--
7.00	2.35	18.90	4	0.94	67.4	183	87.1	8.7	16.0	24.0	7.1	32	35	27	24	23	31	28	3.9	5.9	7.1	--	--
7.20	2.65	19.29	4	0.95	69.3	192	92.8	9.1	16.4	24.7	7.9	35	36	28	25	23	32	28	4.4	6.6	7.9	--	--
7.40	1.86	13.57	2	0.99	71.2	168	76.0	6.8	18.0	27.1	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.60	1.76	12.86	2	0.98	73.1	164	73.5	6.3	19.0	28.6	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.80	2.06	15.00	4	0.93	75.0	174	80.7	6.9	18.9	28.4	6.2	25	34	26	23	22	30	27	3.4	5.1	6.2	--	--
8.00	2.16	15.71	4	0.93	76.8	177	82.9	6.9	19.4	29.0	6.5	26	34	26	23	22	30	28	3.6	5.4	6.5	--	--
8.20	1.86	17.76	2	0.99	78.7	168	76.0	6.0	20.8	31.2	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.40	1.37	17.50	2	0.94	80.6	150	62.4	4.6	22.5	33.7	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.60	1.96	13.61	4	0.93	82.4	171	78.4	5.9	21.9	32.9	5.9	21	34	26	22	21	29	27	3.3	4.9	5.9	--	--
8.80	2.16	16.54	4	0.93	84.2	177	82.9	6.2	22.1	33.2	6.5	24	34	26	23	21	29	28	3.6	5.4	6.5	--	--
9.00	2.94	19.61	4	0.96	86.1	199	98.0	7.4	21.2	31.8	8.8	34	35	27	24	23	31	29	4.9	7.4	8.8	--	--
9.20	3.04	18.56	4	0.97	88.0	202	101.3	7.5	21.6	32.3	9.1	34	35	27	24	23	31	29	5.1	7.6	9.1	--	--
9.40	2.45	15.63	4	0.94	89.8	186	89.1	6.2	23.5	35.3	7.4	26	34	26	23	22	30	28	4.1	6.1	7.4	--	--
9.60	2.16	14.97	4	0.93	91.7	177	82.9	5.5	24.8	37.2	6.5	22	34	25	22	21	29	28	3.6	5.4	6.5	--	--
9.80	2.35	17.14	4	0.94	93.5	183	87.1	5.7	25.1	37.6	7.1	24	34	26	23	21	29	28	3.9	5.9	7.1	--	--
10.00	2.06	10.50	4	0.93	95.3	174	80.7	5.1	26.2	39.3	6.2	19	34	25	22	21	28	27	3.4	5.1	6.2	--	--
10.20	14.70	56.18	3	1.08	97.4	366	--	--	--	--	--	86	42	35	32	30	39	36	24.5	36.8	44.1	--	--
10.40	19.60	60.06	3	1.15	99.7	408	--	--	--	--	--	95	43	36	33	31	40	38	32.7	49.0	58.8	--	--
10.60	29.40	--	3	1.15	101.9	475	--	--	--	--	--	100	43	38	35	33	42	40	49.0	73.5	88.2	--	--

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT**

Riferimento

**9bis****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 16/01/2020

Pagina 1  
Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	67.00	0									
0.40	10.0	20.0		0.98	133.00	8	13.3								
0.60	160.0	180.0		15.68	133.00	120	0.8								
0.80	100.0	120.0		9.80	100.00	100	1.0								
<b>1.00</b>	<b>15.0</b>	<b>30.0</b>		<b>1.47</b>	<b>80.00</b>	<b>19</b>	<b>5.3</b>								
1.20	16.0	28.0		1.57	73.00	22	4.6								
1.40	11.0	22.0		1.08	107.00	10	9.7								
1.60	14.0	30.0		1.37	93.00	15	6.6								
1.80	16.0	30.0		1.57	140.00	11	8.8								
<b>2.00</b>	<b>19.0</b>	<b>40.0</b>		<b>1.86</b>	<b>147.00</b>	<b>13</b>	<b>7.7</b>								
2.20	20.0	42.0		1.96	67.00	30	3.4								
2.40	20.0	30.0		1.96	333.00	6	16.7								
2.60	250.0	300.0		24.50	333.00	75	1.3								
2.80	350.0	400.0		34.30											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

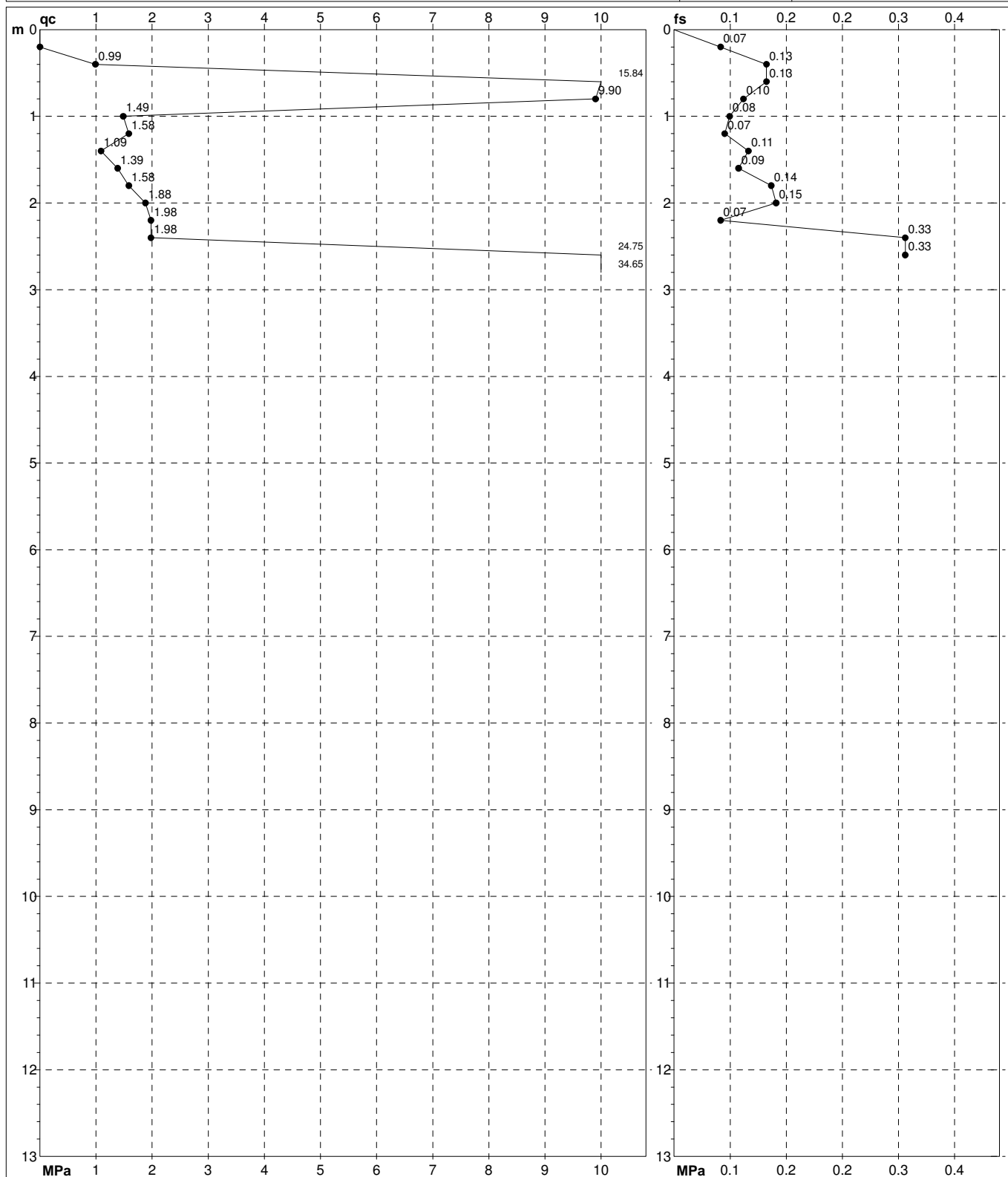
**9bis****003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:65**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data esec. **16/01/2020**

Quota inizio:

Falda **Assente**

Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**9bis**

**003-2020**

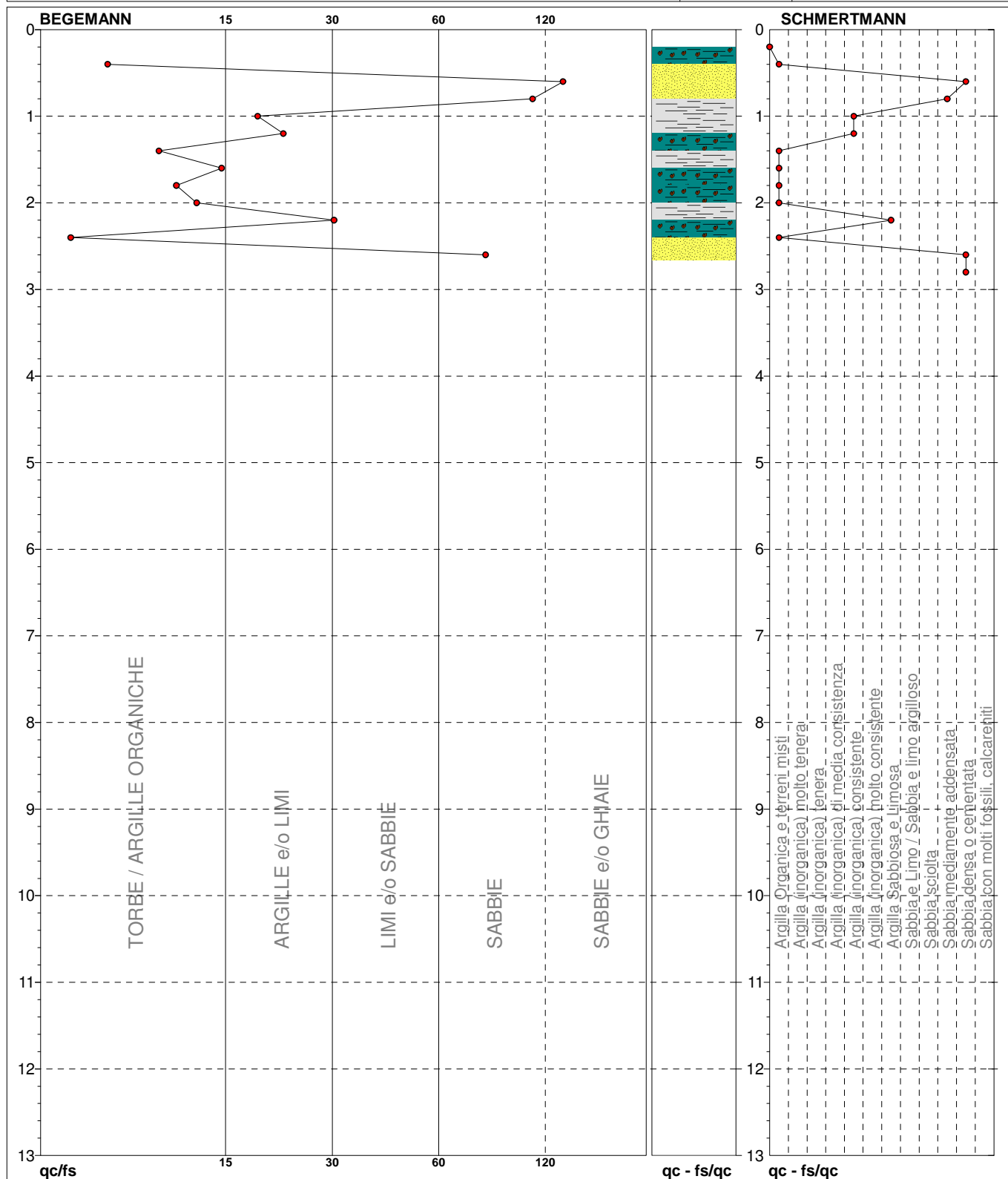
Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.:  
Scala:  
Pagina  
Elaborato

**MPa**  
1:65  
1

Data esec. 16/01/2020

Falda Assente



TORBE / ARGILLE OR	6 punti, 42.86%	Argilla Organica e terreni misti	6 punti, 42.86%	Sabbia mediamente addensata	1 punti, 7.14%
ARGILLE e/o LIMI	4 punti, 28.57%	Argilla (inorganica) consistente	2 punti, 14.29%	Sabbia densa o cementata	2 punti, 14.29%
SABBIE	2 punti, 14.29%				
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 7.14%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<b>CPT</b>	<b>9bis</b>
	Riferimento	<b>003-2020</b>

Committente	<b>Studio tecnico</b>	U.M.:	<b>MPa</b>	Data esec.	16/01/2020
Cantiere	<b>Studio del terreno di fondazione</b>	Pagina	1		
Località	<b>Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena</b>	Elaborato		Falda	Assente

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	???	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	0.98	7.52	2	1.85	7.3	132	49.0	68.4	8.3	12.5	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	15.68	120.30	3	1.85	10.9	375	--	--	--	--	--	100	43	46	44	41	45	36	26.1	39.2	47.0	--	--
0.80	9.80	100.00	3	1.85	14.5	314	--	--	--	--	--	100	43	42	40	37	45	34	16.3	24.5	29.4	--	--
1.00	1.47	18.75	2	1.85	18.1	154	65.3	31.2	11.1	16.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	1.57	21.92	2	1.85	21.8	157	68.2	26.2	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	1.08	10.28	2	1.85	25.4	137	52.6	15.6	8.9	13.4	4.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	1.37	15.05	2	1.85	29.0	150	62.4	16.3	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	1.57	11.43	2	1.85	32.6	157	68.2	15.8	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	1.86	12.93	2	1.85	36.3	168	76.0	15.8	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	1.96	29.85	4	1.85	39.9	171	78.4	14.6	13.3	20.0	5.9	39	36	29	26	24	33	27	3.3	4.9	5.9	--	--
2.40	1.96	6.01	4	1.85	43.5	171	78.4	13.1	13.3	20.0	5.9	36	36	29	26	24	33	27	3.3	4.9	5.9	--	--
2.60	24.50	75.08	3	1.85	47.1	443	--	--	--	--	--	100	43	41	38	36	44	39	40.8	61.3	73.5	--	--
2.80	34.30	--	3	1.85	50.8	503	--	--	--	--	--	100	43	42	40	37	45	40	57.2	85.8	102.9	--	--

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>10</b>
	Riferimento	<b>003-2020</b>

Committente	<b>Studio tecnico</b>	U.M.:	<b>MPa</b>	Data esec.	16/01/2020
Cantiere	<b>Studio del terreno di fondazione</b>	Pagina	1		
Località	<b>Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena</b>	Elaborato		Falda	-1.00 m Foro chiuso

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	33.00	0									
0.40	9.0	14.0		0.88	67.00	13	7.4								
0.60	10.0	20.0		0.98	140.00	7	14.0								
0.80	20.0	41.0		1.96	220.00	9	11.0								
1.00	30.0	63.0		2.94	240.00	13	8.0								
1.20	34.0	70.0		3.33	167.00	20	4.9								
1.40	25.0	50.0		2.45	133.00	19	5.3								
1.60	80.0	100.0		7.84	333.00	24	4.2								
1.80	300.0	350.0		29.40	333.00	90	1.1								
2.00	350.0	400.0		34.30											

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	0.20 m sopra quota qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT = 10.00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

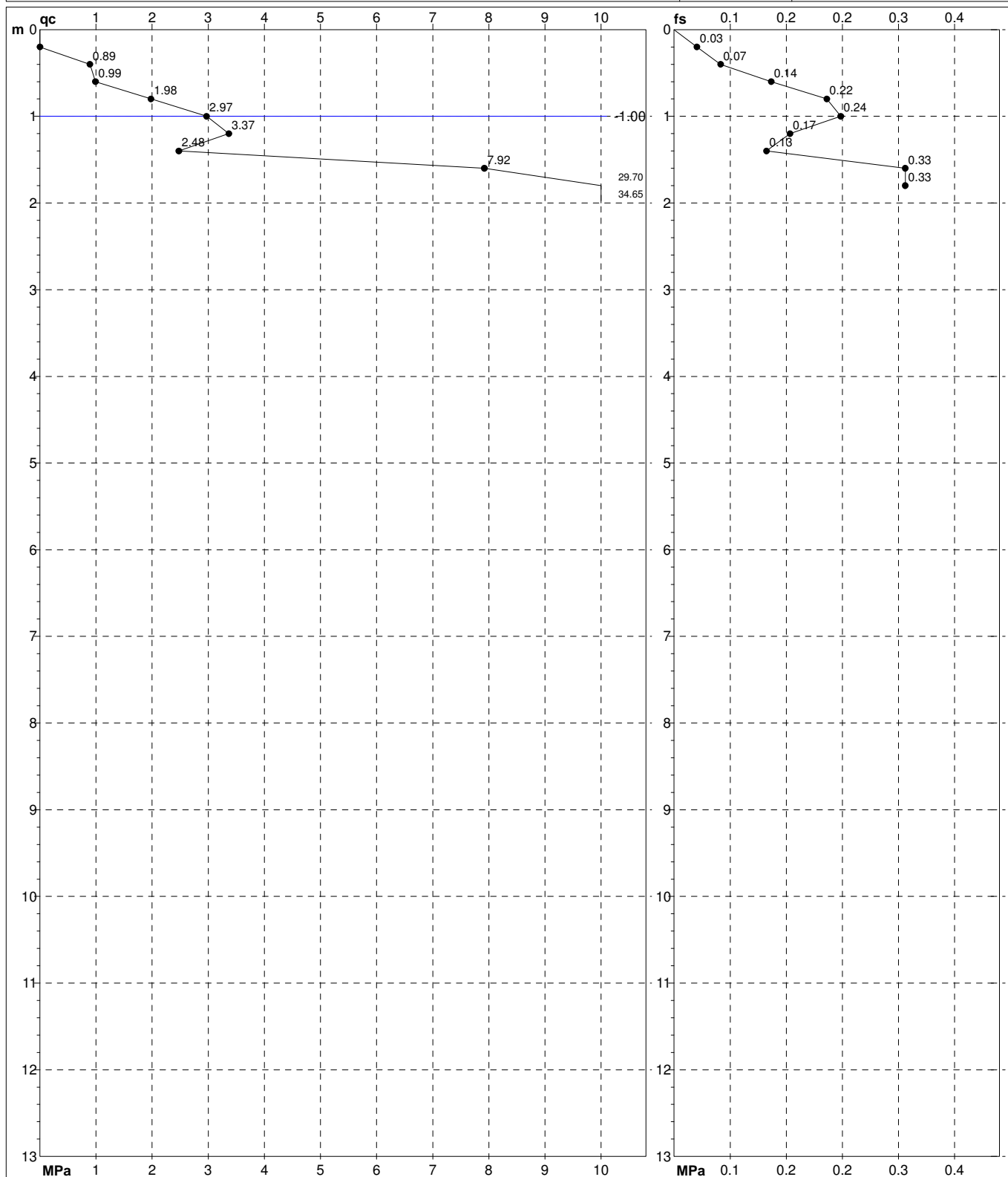
**10**

**003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:65**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **16/01/2020**  
Quota inizio:  
Falda **-1.00 m** Foro chiuso



Penetrometro: SP100  
Responsabile:  
Assistente:

preforo m  
Corr.astine: kN/ml  
Cod. tip:

FON111

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**10**

**003-2020**

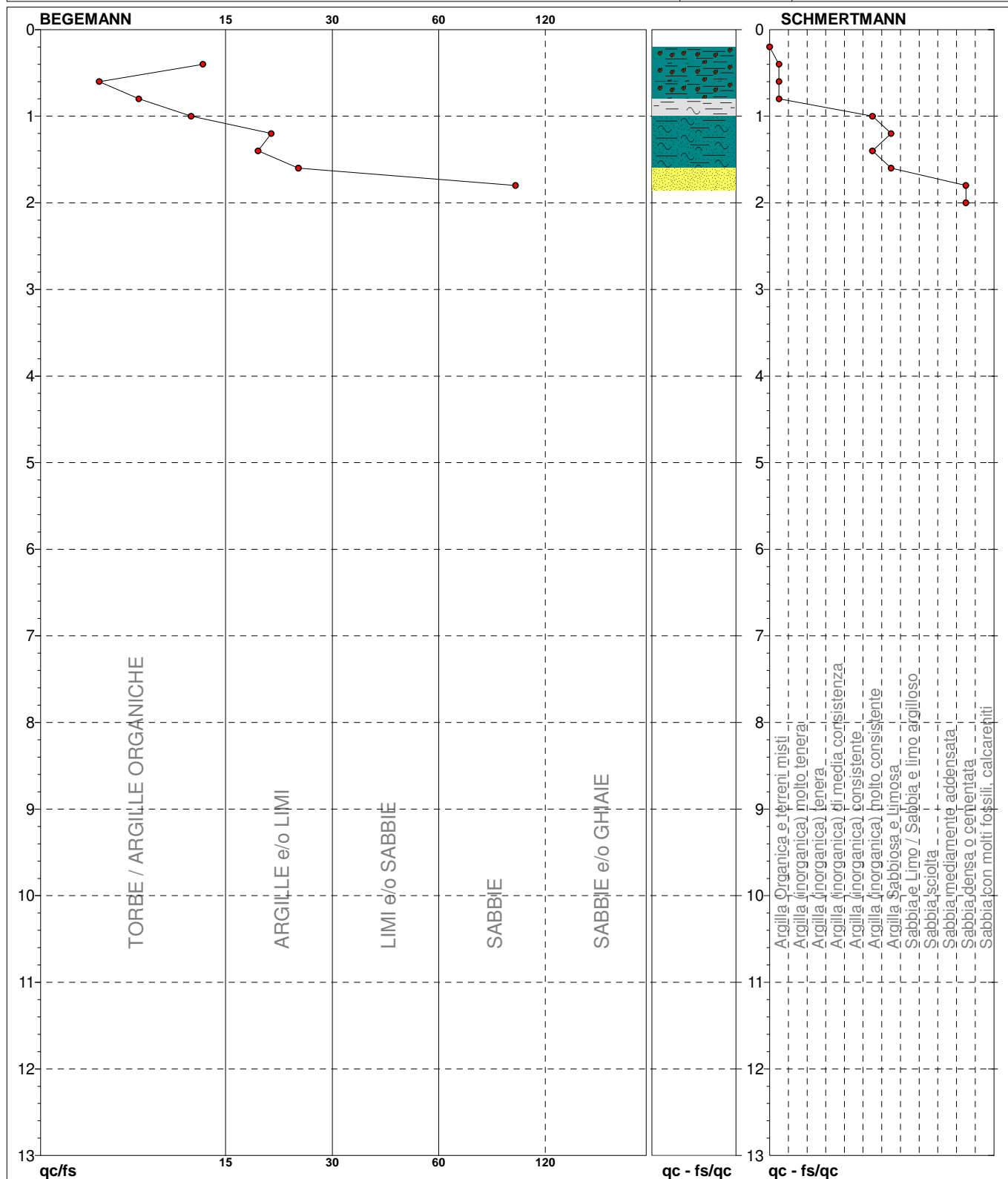
Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.:  
Scala:  
Pagina  
Elaborato

**MPa**  
**1:65**  
**1**

Data esec. 16/01/2020

Falda -1.00 m Foro chiuso



TORBE / ARGILLE OR	5 punti, 50.00%	Argilla Organica e terreni misti	3 punti, 30.00%	Argilla Sabbiosa e Limosa	2 punti, 20.00%
ARGILLE e/o LIMI	3 punti, 30.00%	Argilla (inorganica) molto consistente	2 punti, 20.00%	Sabbia densa o cementata	1 punti, 10.00%
SABBIE	1 punti, 10.00%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	10
	Riferimento	003-2020

Committente	Studio tecnico	U.M.:	MPa	Data esec.	16/01/2020
Cantiere	Studio del terreno di fondazione	Pagina	1		
Località	Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena	Elaborato		Falda	-1.00 m Foro chiuso

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	?	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	0.88	13.43	2	1.85	7.3	127	44.1	60.0	7.5	11.2	3.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	0.98	7.14	2	1.85	10.9	132	49.0	41.2	8.3	12.5	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	1.96	9.09	4	1.85	14.5	171	78.4	51.7	13.3	20.0	5.9	63	39	34	31	29	38	27	3.3	4.9	5.9	--	--
1.00	2.94	12.50	4	0.96	16.4	199	98.0	58.7	16.7	25.0	8.8	74	40	36	33	31	40	29	4.9	7.4	8.8	--	--
1.20	3.33	20.36	4	0.98	18.3	209	111.1	59.8	18.9	28.3	10.0	76	40	36	33	31	40	29	5.6	8.3	10.0	--	--
1.40	2.45	18.80	4	0.94	20.2	186	89.1	40.2	15.1	22.7	7.4	63	39	34	31	29	38	28	4.1	6.1	7.4	--	--
1.60	7.84	24.02	3	1.03	22.2	289	261.3	99.9	44.4	66.6	23.5	100	43	39	36	34	42	33	13.1	19.6	23.5	--	--
1.80	29.40	90.09	3	1.15	24.4	475	--	--	--	--	--	100	43	45	43	40	45	40	49.0	73.5	88.2	--	--
2.00	34.30	--	3	1.15	26.7	503	--	--	--	--	--	100	43	45	43	40	45	40	57.2	85.8	102.9	--	--

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT**

Riferimento

**11****003-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del terreno di fondazione**Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**U.M.: **MPa**

Data esec. 16/01/2020

Pagina 1

Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	67.00	0									
0.40	10.0	20.0		0.98	40.00	25	4.0								
0.60	18.0	24.0		1.76	133.00	14	7.4								
0.80	20.0	40.0		1.96	153.00	13	7.7								
<b>1.00</b>	<b>19.0</b>	<b>42.0</b>		<b>1.86</b>	<b>153.00</b>	<b>12</b>	<b>8.1</b>								
1.20	22.0	45.0		2.16	220.00	10	10.0								
1.40	25.0	58.0		2.45	867.00	3	34.7								
1.60	120.0	250.0		11.76	333.00	36	2.8								
1.80	200.0	250.0		19.60	333.00	60	1.7								
<b>2.00</b>	<b>300.0</b>	<b>350.0</b>		<b>29.40</b>											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

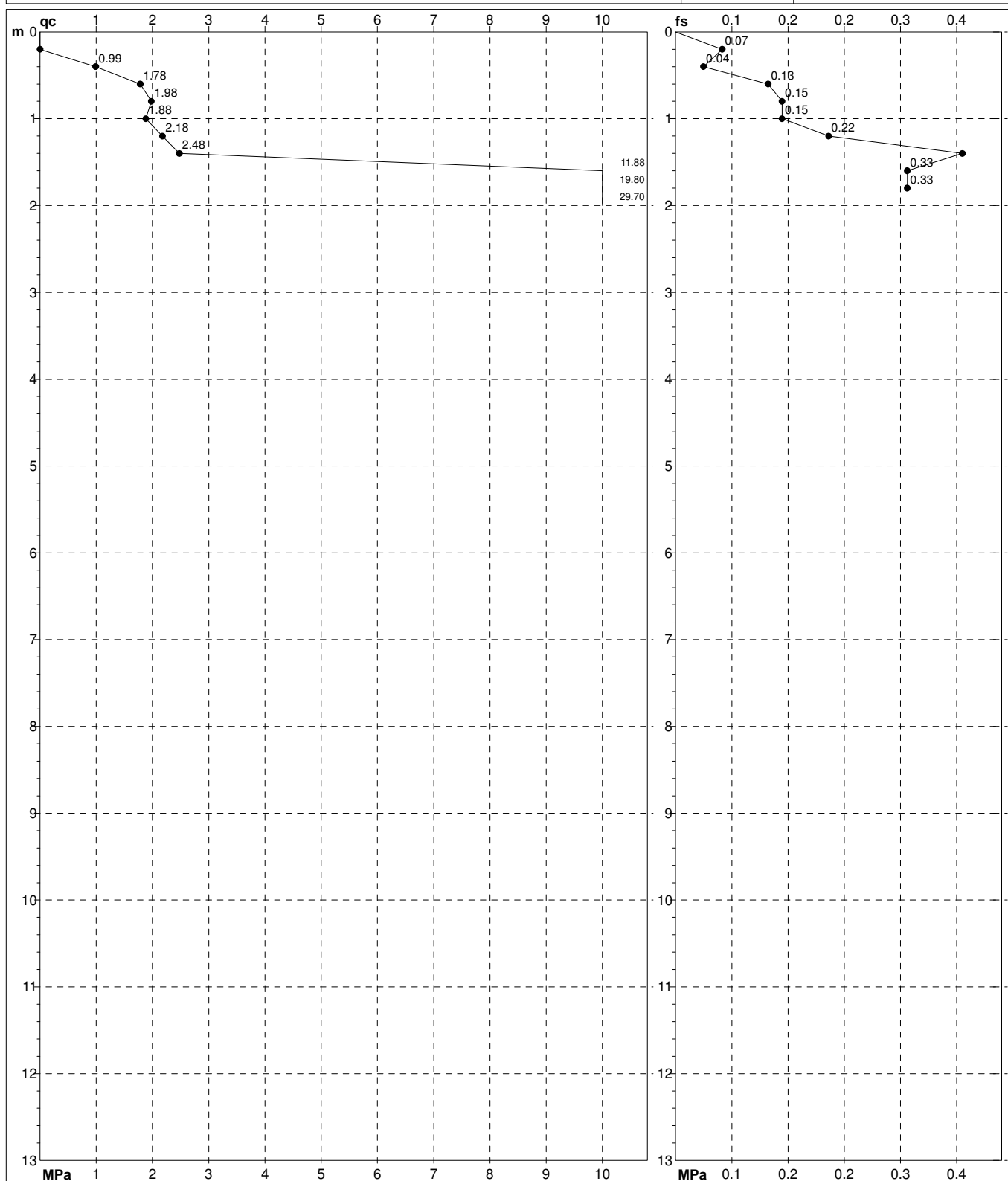
**11****003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:65**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data esec. **16/01/2020**

Quota inizio:

Falda **Assente**

Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**11**

**003-2020**

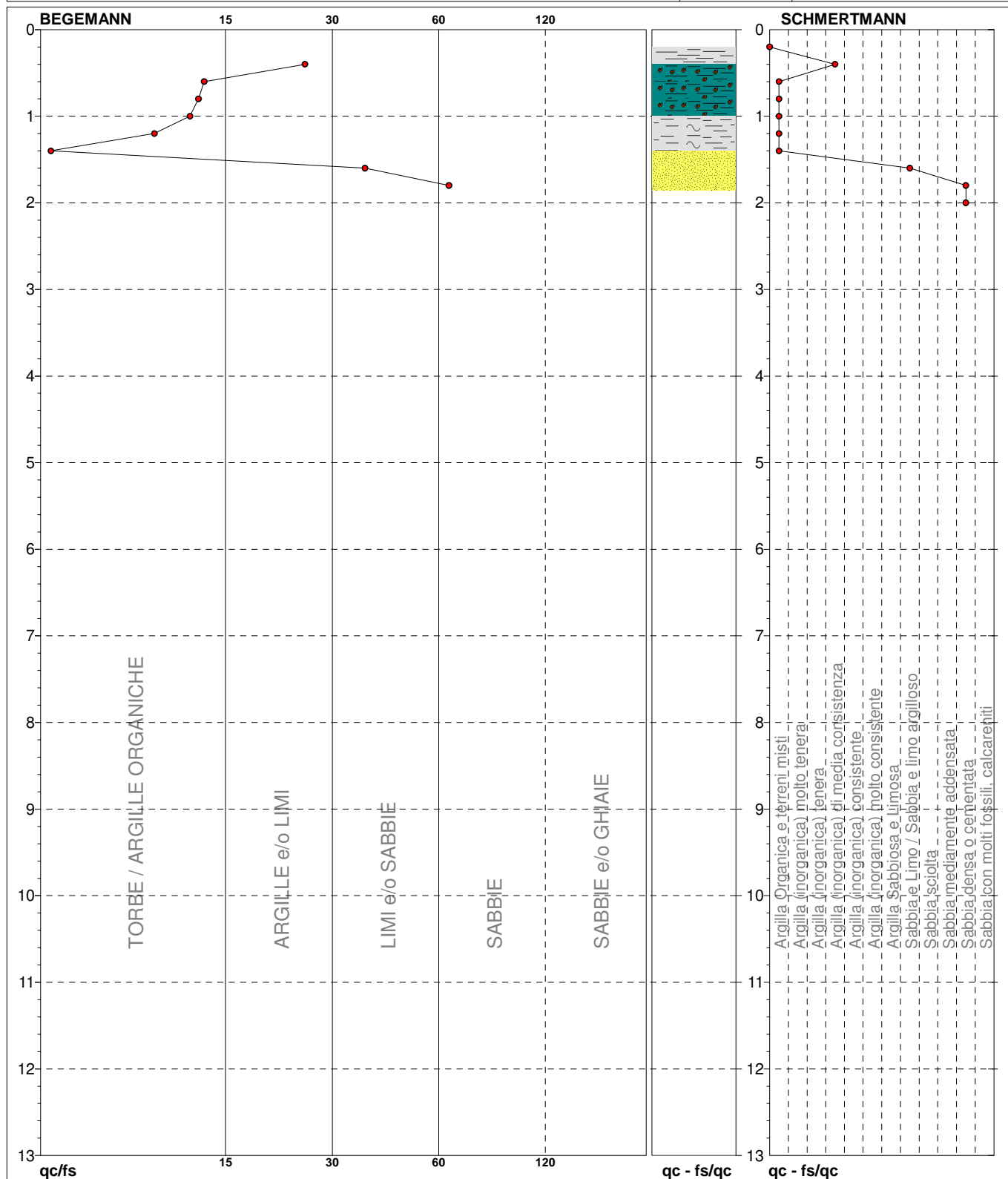
Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.:  
Scala:  
Pagina  
Elaborato

**MPa**  
**1:65**  
**1**

Data esec. 16/01/2020

Falda Assente



TORBE / ARGILLE OR	6 punti, 60.00%	Argilla Organica e terreni misti	5 punti, 50.00%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	1 punti, 10.00%
ARGILLE e/o LIMI	1 punti, 10.00%	Argilla (inorganica) di media consistenza	1 punti, 10.00%	Sabbia densa o cementata	1 punti, 10.00%
LIMI e/o SABBIE	1 punti, 10.00%				
SABBIE	1 punti, 10.00%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<b>CPT</b>	<b>11</b>
	Riferimento	<b>003-2020</b>

Committente	<b>Studio tecnico</b>	U.M.:	<b>MPa</b>	Data esec.	16/01/2020
Cantiere	<b>Studio del terreno di fondazione</b>	Pagina	1		
Località	<b>Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena</b>	Elaborato		Falda	Assente

H m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'_{vo}$ kPa	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2
0.20	--	--	?	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	0.98	25.00	2	1.85	7.3	132	49.0	68.4	8.3	12.5	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	1.76	13.53	2	1.85	10.9	164	73.5	68.4	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	1.96	13.07	4	1.85	14.5	171	78.4	51.7	13.3	20.0	5.9	63	39	34	31	29	38	27	3.3	4.9	5.9	--	--
1.00	1.86	12.42	2	1.85	18.1	168	76.0	37.7	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	2.16	10.00	4	1.85	21.8	177	82.9	33.4	14.1	21.1	6.5	57	38	33	30	28	37	28	3.6	5.4	6.5	--	--
1.40	2.45	2.88	4	1.85	25.4	186	89.1	30.2	15.1	22.7	7.4	57	38	32	30	28	37	28	4.1	6.1	7.4	--	--
1.60	11.76	36.04	3	1.85	29.0	336	--	--	--	--	--	100	43	40	37	34	43	35	19.6	29.4	35.3	--	--
1.80	19.60	60.06	3	1.85	32.6	408	--	--	--	--	--	100	43	42	39	36	45	38	32.7	49.0	58.8	--	--
2.00	29.40	--	3	1.85	36.3	475	--	--	--	--	--	100	43	43	41	38	45	40	49.0	73.5	88.2	--	--

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>12</b>
	Riferimento	<b>003-2020</b>

Committente	<b>Studio tecnico</b>	U.M.:	<b>MPa</b>	Data esec.	16/01/2020
Cantiere	<b>Studio del terreno di fondazione</b>	Pagina	1		
Località	<b>Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena</b>	Elaborato		Falda	Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	27.00	0	16.8								
0.40	4.0	8.0		0.39	67.00	6	13.3								
0.60	10.0	20.0		0.98	133.00	8	7.0								
0.80	20.0	40.0		1.96	140.00	14	6.7								
<del>1.00</del>	<del>19.0</del>	<del>40.0</del>		<del>1.86</del>	<del>127.00</del>	<del>15</del>	<del>6.7</del>								
1.20	17.0	36.0		1.67	100.00	17	5.9								
1.40	15.0	30.0		1.47	153.00	10	10.2								
1.60	25.0	48.0		2.45	333.00	8	13.3								
1.80	350.0	400.0		34.30											

H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
fs = resistenza laterale  
0.20 m sopra quota qc  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

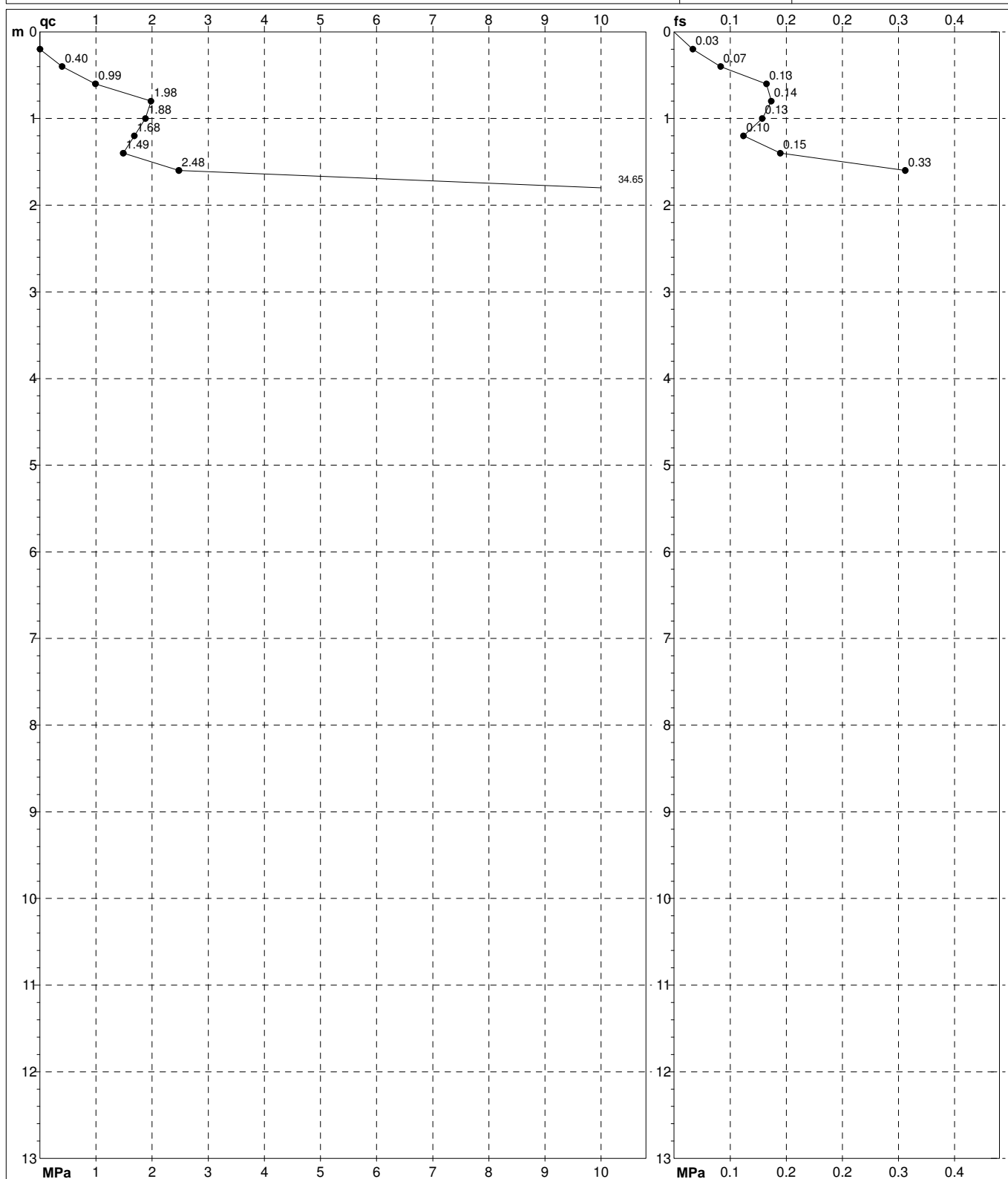
**12**

**003-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:65**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **16/01/2020**  
Quota inizio:  
Falda **Assente**



Penetrometro: SP100  
Responsabile:  
Assistente:

preforo m  
Corr.astine: kN/ml  
  
Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**12**

**003-2020**

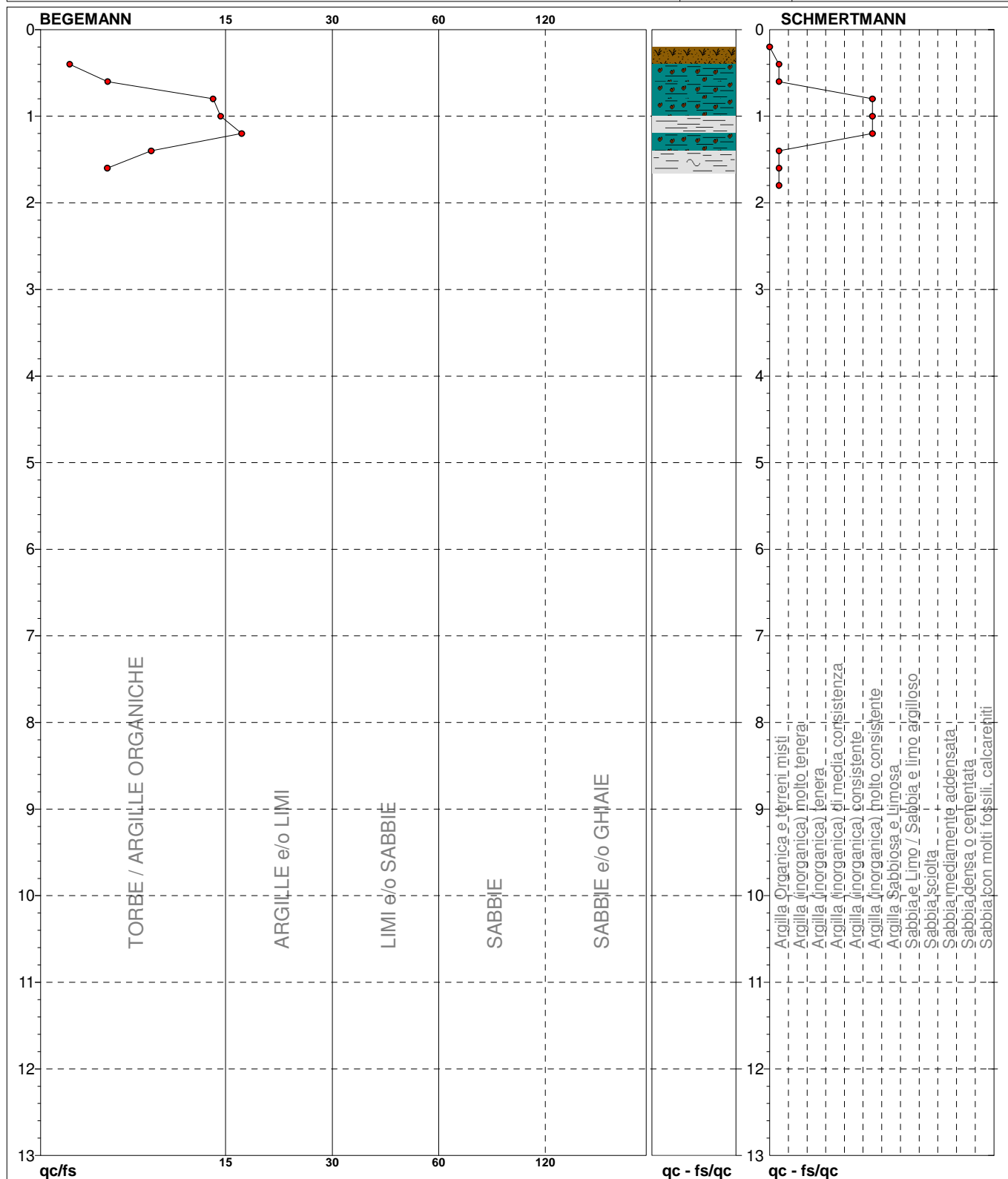
Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena**

U.M.:  
Scala:  
Pagina  
Elaborato

**MPa**  
**1:65**  
**1**

Data esec. 16/01/2020

Falda Assente



TORBE / ARGILLE OR	7 punti, 77.78%	Argilla Organica e terreni misti	4 punti, 44.44%	Argilla Sabbiosa e Limosa	0 punti, 0.00%
ARGILLE e/o LIMI	1 punti, 11.11%	Argilla (inorganica) molto consistente	3 punti, 33.33%		

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	12
	Riferimento	003-2020

Committente	Studio tecnico	U.M.:	MPa	Data esec.	16/01/2020
Cantiere	Studio del terreno di fondazione	Pagina	1		
Località	Marzaglia, Strada Pomposiana - Autodromo di Modena	Elaborato		Falda	Assente

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	1	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	0.39	5.97	2	1.85	7.3	93	19.6	21.8	0.8	1.2	0.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	0.98	7.52	3	1.85	10.9	132	49.0	41.2	8.3	12.5	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	1.96	14.29	4	1.85	14.5	171	78.4	51.7	13.3	20.0	5.9	63	39	34	31	29	38	27	3.3	4.9	5.9	--	--
1.00	1.86	14.96	2	1.85	18.1	168	76.0	37.7	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	1.67	17.00	2	1.85	21.8	161	70.9	27.5	12.1	18.1	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	1.47	9.80	2	1.85	25.4	154	65.3	20.5	11.1	16.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	2.45	7.51	4	1.85	29.0	186	89.1	25.5	15.1	22.7	7.4	54	38	32	29	27	36	28	4.1	6.1	7.4	--	--
1.80	34.30	--	3	1.85	32.6	503	--	--	--	--	--	100	43	44	42	39	45	40	57.2	85.8	102.9	--	--

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****13**

Riferimento

**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
 Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa**

Data esec. 04/03/2020

 Pagina 1  
 Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	87.00	0									
0.40	13.0	26.0		1.27	73.00	18	5.6								
0.60	8.0	19.0		0.78	60.00	13	7.5								
0.80	8.0	17.0		0.78	60.00	13	7.5								
<b>1.00</b>	<b>9.0</b>	<b>18.0</b>		<b>0.88</b>	<b>67.00</b>	<b>13</b>	<b>7.4</b>								
1.20	13.0	23.0		1.27	100.00	13	7.7								
1.40	20.0	35.0		1.96	113.00	18	5.7								
1.60	15.0	32.0		1.47	113.00	13	7.5								
1.80	23.0	40.0		2.25	107.00	21	4.7								
<b>2.00</b>	<b>22.0</b>	<b>38.0</b>		<b>2.16</b>	<b>107.00</b>	<b>21</b>	<b>4.9</b>								
2.20	19.0	35.0		1.86	107.00	18	5.6								
2.40	16.0	32.0		1.57	87.00	18	5.4								
2.60	27.0	40.0		2.65	147.00	18	5.4								
2.80	30.0	52.0		2.94	267.00	11	8.9								
<b>3.00</b>	<b>300.0</b>	<b>340.0</b>		<b>29.40</b>	<b>400.00</b>	<b>75</b>	<b>1.3</b>								
3.20	360.0	420.0		35.28											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT****13**

Riferimento

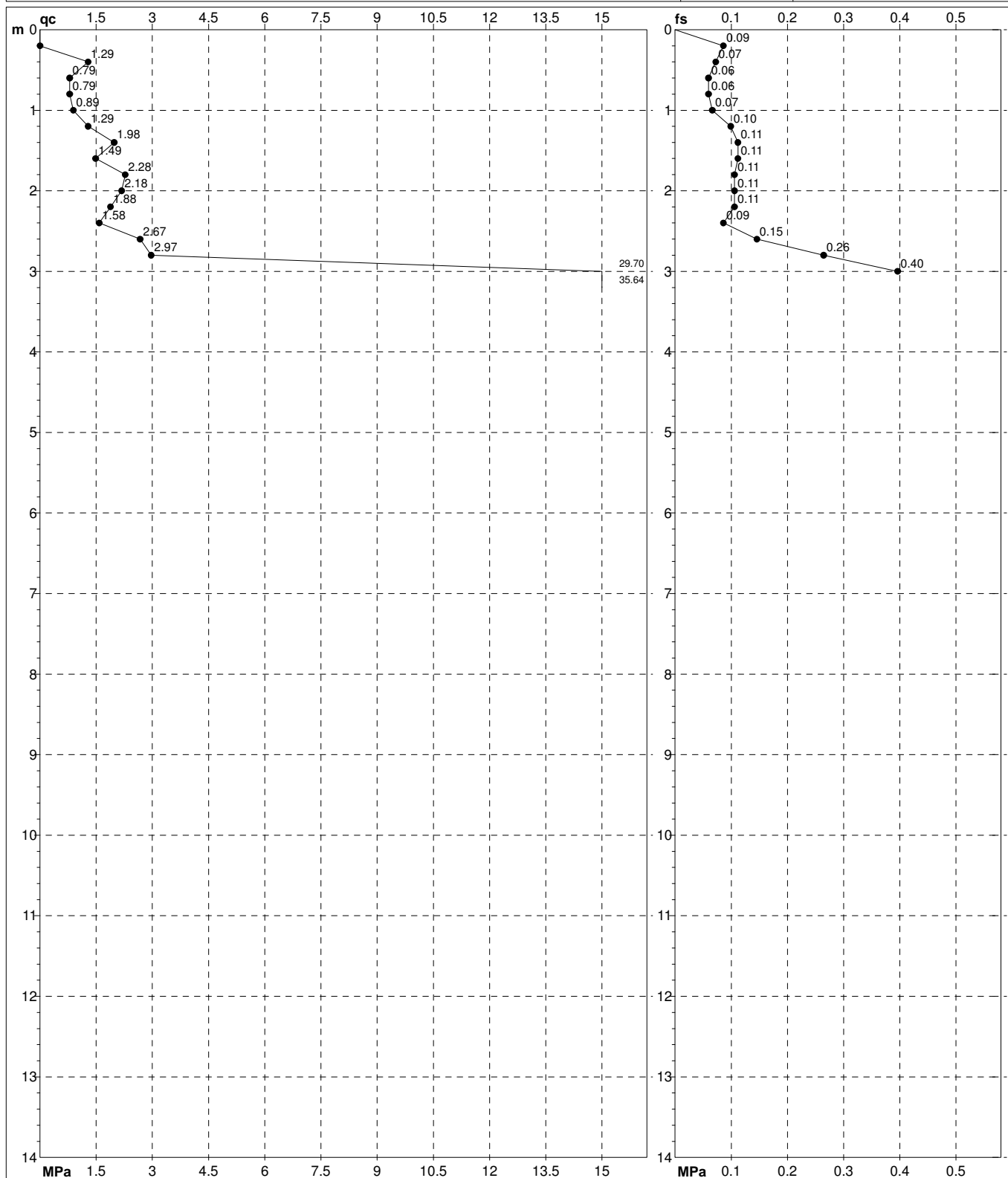
**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
 Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data esec. **04/03/2020**

Quota inizio:

Falda **Assente**

Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

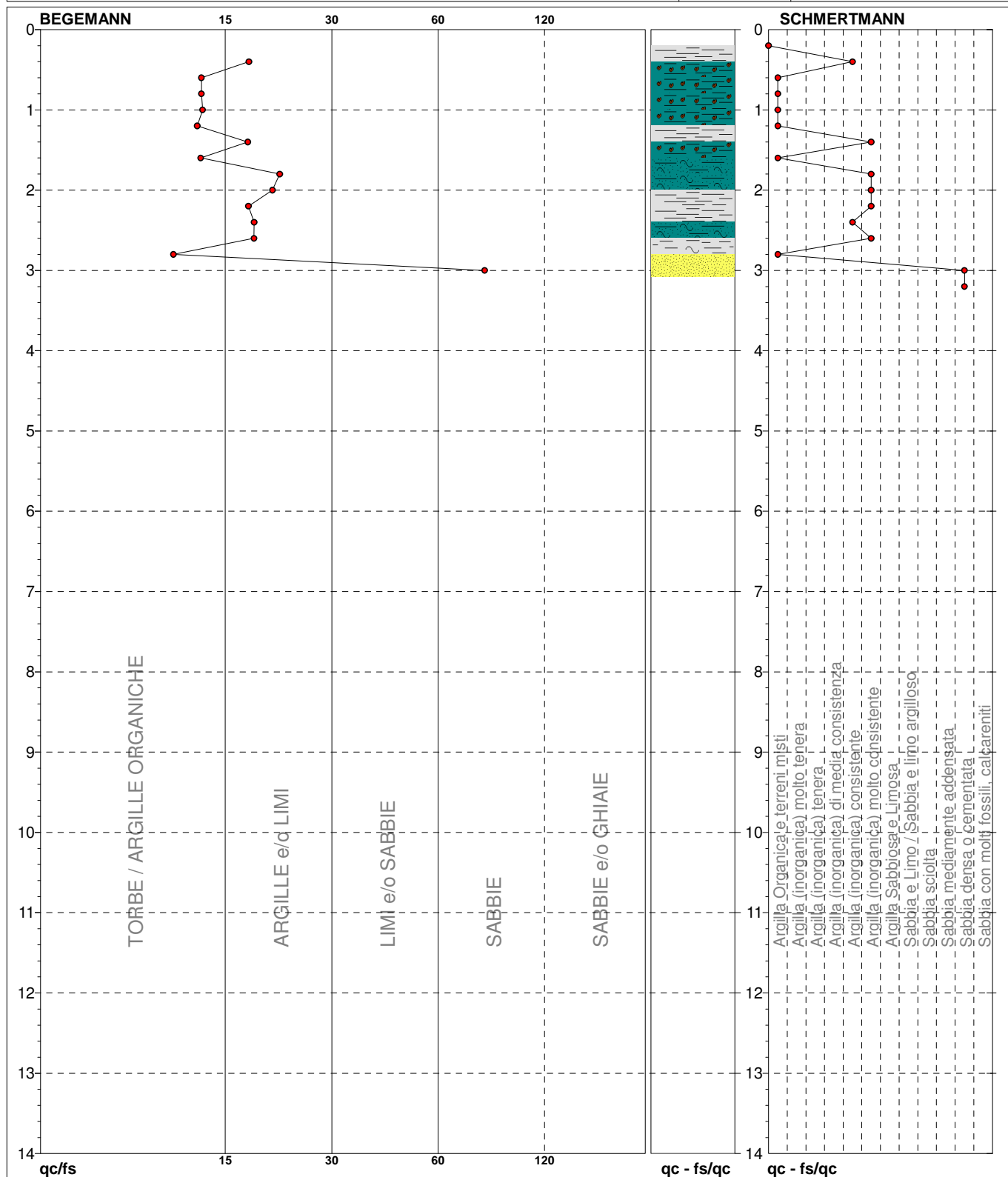
**13**

Riferimento

**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:70**  
Pagina **1**  
Elaborato  
Data eseg. **04/03/2020**  
Falda **Assente**



TORBE / ARGILLE OR	7 punti, 43.75%	Argilla Organica e terreni misti	6 punti, 37.50%	Argilla Sabbiosa e Limosa	0 punti, 0.00%
ARGILLE e/o LIMI	7 punti, 43.75%	Argilla (inorganica) consistente	2 punti, 12.50%	Sabbia densa o cementata	1 punti, 6.25%
SABBIE	1 punti, 6.25%	Argilla (inorganica) molto consistente	5 punti, 31.25%		

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT****13**

Riferimento

**036-2020**Committente **Studio tecnico**Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**U.M.: **MPa**Data esec. **04/03/2020**Pagina **1**

Elaborato

Falda **Assente**

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	?	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	1.27	17.81	2	1.85	7.3	145	59.3	86.7	10.1	15.1	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	0.78	13.33	2	1.85	10.9	121	39.2	31.2	6.7	10.0	3.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	0.78	13.33	2	1.85	14.5	121	39.2	21.8	6.7	10.0	3.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	0.88	13.43	2	1.85	18.1	127	44.1	19.1	7.5	11.2	3.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	1.27	13.00	2	1.85	21.8	145	59.3	22.0	10.1	15.1	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	1.96	17.70	4	1.85	25.4	171	78.4	25.7	13.3	20.0	5.9	50	37	31	28	27	36	27	3.3	4.9	5.9	--	--
1.60	1.47	13.27	2	1.85	29.0	154	65.3	17.3	11.1	16.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	2.25	21.50	4	1.85	32.6	180	85.1	20.8	14.5	21.7	6.8	48	37	31	28	26	35	28	3.8	5.6	6.8	--	--
2.00	2.16	20.56	4	1.85	36.3	177	82.9	17.7	14.1	21.1	6.5	44	37	30	27	25	34	28	3.6	5.4	6.5	--	--
2.20	1.86	17.76	2	1.85	39.9	168	76.0	14.1	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	1.57	18.39	2	1.85	43.5	157	68.2	11.0	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.60	2.65	18.37	4	1.85	47.1	192	92.8	14.6	15.8	23.7	7.9	45	37	30	27	25	34	28	4.4	6.6	7.9	--	--
2.80	2.94	11.24	4	1.85	50.8	199	98.0	14.3	16.7	25.0	8.8	47	37	30	27	25	34	29	4.9	7.4	8.8	--	--
3.00	29.40	75.00	3	1.85	54.4	475	--	--	--	--	--	100	43	41	39	36	44	40	49.0	73.5	88.2	--	--
3.20	35.28	--	3	1.85	58.0	509	--	--	--	--	--	100	43	42	39	36	45	40	58.8	88.2	105.8	--	--

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****14**

Riferimento

**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
 Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa**

Data esec. 04/03/2020

 Pagina 1  
 Elaborato

Falda -11.00 m da p.c.

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	273.00	0	7.7								
0.40	25.0	66.0		2.45	193.00	13	12.3								
0.60	19.0	48.0		1.86	233.00	8									
0.80	137.0	172.0		13.43	180.00	76	1.3								
<b>1.00</b>	<b>22.0</b>	<b>49.0</b>		<b>2.16</b>	<b>147.00</b>	<b>15</b>	<b>6.7</b>								
1.20	50.0	72.0		4.90	167.00	30	3.3								
1.40	15.0	40.0		1.47	73.00	21	4.9								
1.60	17.0	28.0		1.67	93.00	18	5.5								
1.80	19.0	33.0		1.86	80.00	24	4.2								
<b>2.00</b>	<b>13.0</b>	<b>25.0</b>		<b>1.27</b>	<b>60.00</b>	<b>22</b>	<b>4.6</b>								
2.20	13.0	22.0		1.27	60.00	22	4.6								
2.40	13.0	22.0		1.27	47.00	28	3.6								
2.60	16.0	23.0		1.57	73.00	22	4.6								
2.80	20.0	31.0		1.96	73.00	27	3.7								
<b>3.00</b>	<b>19.0</b>	<b>30.0</b>		<b>1.86</b>	<b>87.00</b>	<b>22</b>	<b>4.6</b>								
3.20	17.0	30.0		1.67	60.00	28	3.5								
3.40	17.0	26.0		1.67	80.00	21	4.7								
3.60	12.0	24.0		1.18	60.00	20	5.0								
3.80	16.0	25.0		1.57	80.00	20	5.0								
<b>4.00</b>	<b>19.0</b>	<b>31.0</b>		<b>1.86</b>	<b>80.00</b>	<b>24</b>	<b>4.2</b>								
4.20	20.0	32.0		1.96	80.00	25	4.0								
4.40	18.0	30.0		1.76	80.00	23	4.4								
4.60	21.0	33.0		2.06	80.00	26	3.8								
4.80	22.0	34.0		2.16	113.00	19	5.1								
<b>5.00</b>	<b>28.0</b>	<b>45.0</b>		<b>2.74</b>	<b>120.00</b>	<b>23</b>	<b>4.3</b>								
5.20	34.0	52.0		3.33	160.00	21	4.7								
5.40	38.0	62.0		3.72	187.00	20	4.9								
5.60	40.0	68.0		3.92	207.00	19	5.2								
5.80	42.0	73.0		4.12	227.00	19	5.4								
<b>6.00</b>	<b>46.0</b>	<b>80.0</b>		<b>4.51</b>	<b>240.00</b>	<b>19</b>	<b>5.2</b>								
6.20	36.0	72.0		3.53	173.00	21	4.8								
6.40	31.0	57.0		3.04	160.00	19	5.2								
6.60	37.0	61.0		3.63	140.00	26	3.8								
6.80	35.0	56.0		3.43	147.00	24	4.2								
<b>7.00</b>	<b>36.0</b>	<b>58.0</b>		<b>3.53</b>	<b>180.00</b>	<b>20</b>	<b>5.0</b>								
7.20	38.0	65.0		3.72	240.00	16	6.3								
7.40	30.0	66.0		2.94	173.00	17	5.8								
7.60	24.0	50.0		2.35	113.00	21	4.7								
7.80	21.0	38.0		2.06	107.00	20	5.1								
<b>8.00</b>	<b>21.0</b>	<b>37.0</b>		<b>2.06</b>	<b>93.00</b>	<b>23</b>	<b>4.4</b>								
8.20	26.0	40.0		2.55	93.00	28	3.6								
8.40	18.0	32.0		1.76	73.00	25	4.1								
8.60	20.0	31.0		1.96	100.00	20	5.0								
8.80	21.0	36.0		2.06	140.00	15	6.7								
<b>9.00</b>	<b>24.0</b>	<b>45.0</b>		<b>2.35</b>	<b>140.00</b>	<b>17</b>	<b>5.8</b>								
9.20	21.0	42.0		2.06	67.00	31	3.2								
9.40	30.0	40.0		2.94	193.00	16	6.4								
9.60	43.0	72.0		4.21	333.00	13	7.7								
9.80	200.0	250.0		19.60	333.00	60	1.7								
<b>10.00</b>	<b>240.0</b>	<b>290.0</b>		<b>23.52</b>	<b>73.00</b>	<b>329</b>	<b>0.3</b>								
10.20	31.0	42.0		3.04	133.00	23	4.3								
10.40	25.0	45.0		2.45	73.00	34	2.9								
10.60	17.0	28.0		1.67	60.00	28	3.5								
10.80	18.0	27.0		1.76	60.00	30	3.3								
<b>11.00</b>	<b>18.0</b>	<b>27.0</b>		<b>1.76</b>	<b>67.00</b>	<b>27</b>	<b>3.7</b>								
11.20	20.0	30.0		1.96	73.00	27	3.7								
11.40	21.0	32.0		2.06	67.00	31	3.2								
11.60	21.0	31.0		2.06	80.00	26	3.8								
11.80	18.0	30.0		1.76	67.00	27	3.7								
<b>12.00</b>	<b>15.0</b>	<b>25.0</b>		<b>1.47</b>	<b>60.00</b>	<b>25</b>	<b>4.0</b>								
12.20	20.0	29.0		1.96	60.00	33	3.0								
12.40	23.0	32.0		2.25	67.00	34	2.9								
12.60	21.0	31.0		2.06	60.00	35	2.9								
12.80	16.0	25.0		1.57	40.00	40	2.5								
<b>13.00</b>	<b>24.0</b>	<b>30.0</b>		<b>2.35</b>	<b>53.00</b>	<b>45</b>	<b>2.2</b>								
13.20	26.0	34.0		2.55	67.00	39	2.6								
13.40	17.0	27.0		1.67	300.00	6	17.6								
13.60	230.0	275.0		22.54	333.00	69	1.4								
13.80	290.0	340.0		28.42											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT****14**

Riferimento

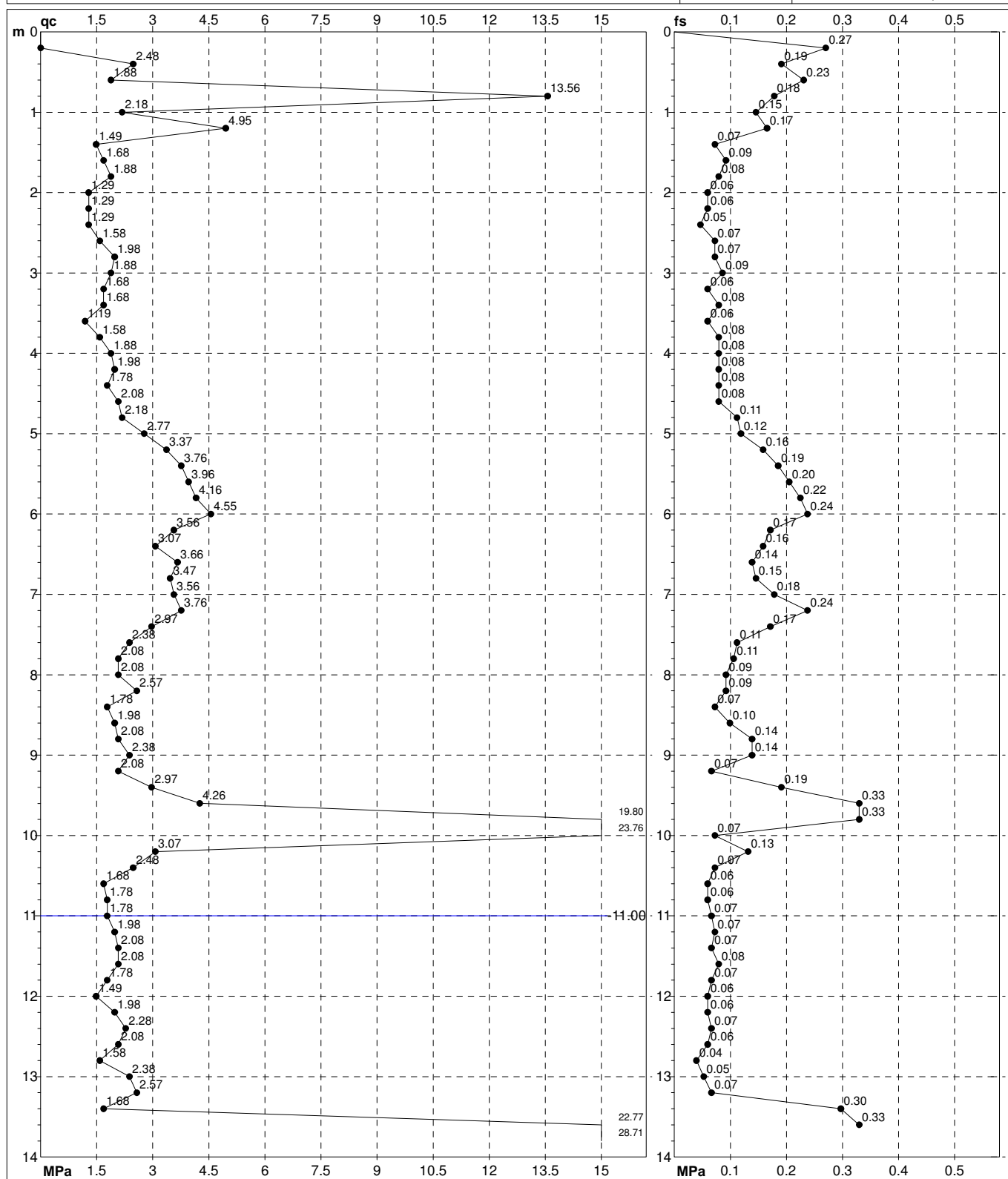
**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
 Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data esec. **04/03/2020**

Quota inizio:  
 Falda **-11.00 m da p.c.**



Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

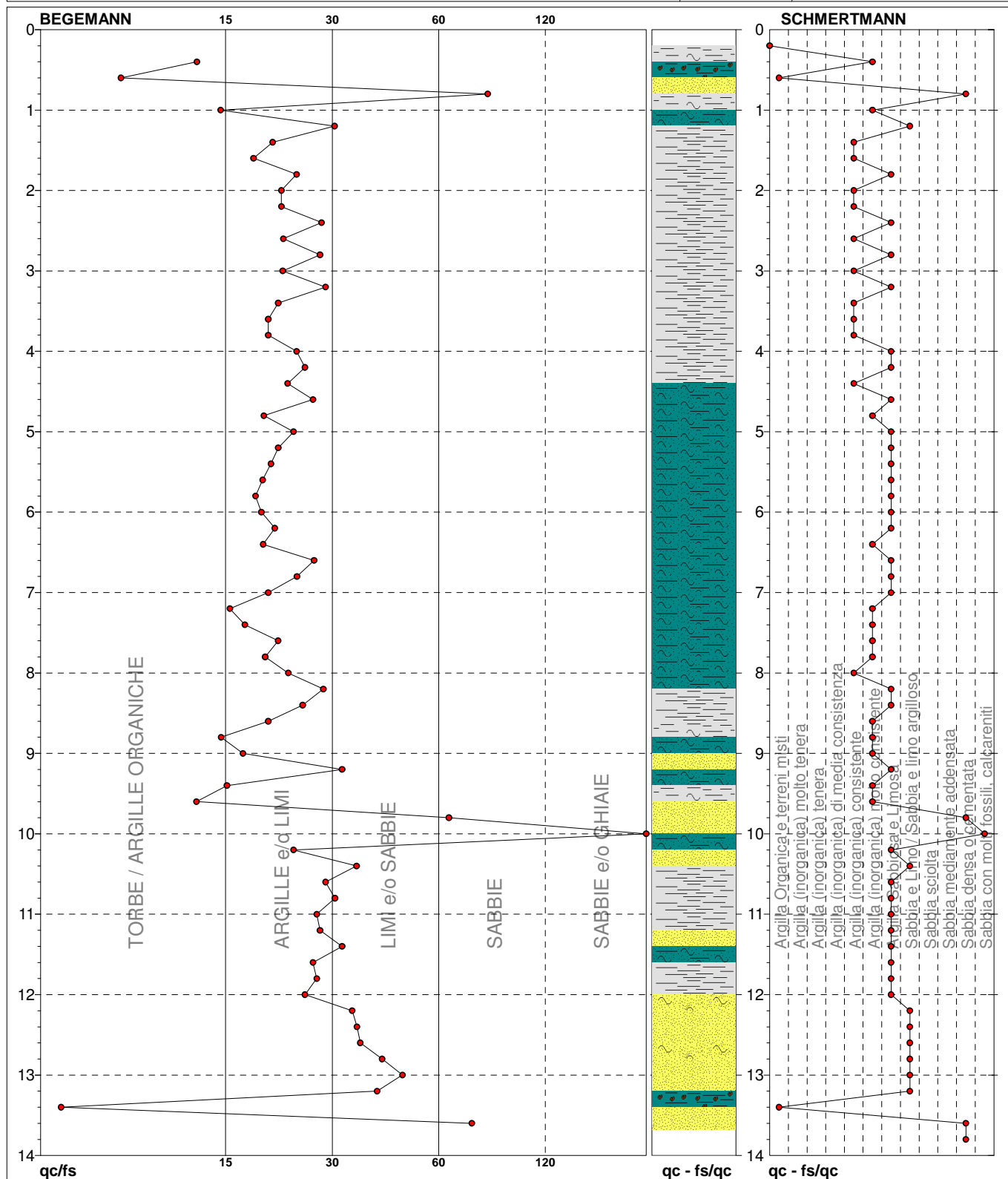
**14**

Riferimento

**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:70**  
Pagina **1**  
Elaborato  
Data esec. **04/03/2020**  
Falda **-11.00 m da p.c.**



TORBE / ARGILLE OR	7 punti, 10.14%	Argilla Organica e terreni misti	2 punti, 2.90%	Argilla Sabbiosa e Limosa	29 punti, 42.03%
ARGILLE e/o LIMI	48 punti, 69.57%	Argilla (inorganica) consistente	11 punti, 15.94%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	8 punti, 11.59%
LIMI e/o SABBIE	9 punti, 13.04%	Argilla (inorganica) molto consistente	13 punti, 18.84%	Sabbia densa o cementata	3 punti, 4.35%
SABBIE	3 punti, 4.35%			Sabbia con molti fossili, calcareniti	1 punti, 1.45%
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 1.45%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT****14**

Riferimento

**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
 Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa** Data esec. **04/03/2020**  
 Pagina **1**  
 Elaborato **Falda -11.00 m da p.c.**

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE														
H m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'_{vo}$ kPa	Vs m/s	Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2			
0.20	--	--	4	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.40	2.45	12.95	4	1.85	7.3	186	89.1	99.9	15.1	22.7	7.4	88	42	39	36	34	42	28	4.1	6.1	7.4	--	--	--		
0.60	1.86	8.15	3	1.85	10.9	168	76.0	71.3	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.80	13.43	76.11	3	1.85	14.5	353	--	--	--	--	--	100	43	44	41	38	45	35	22.4	33.6	40.3	--	--	--		
1.00	2.16	14.97	4	1.85	18.1	177	82.9	42.0	14.1	21.1	6.5	61	39	34	31	29	38	28	3.6	5.4	6.5	--	--	--		
1.20	4.90	29.94	4	1.85	21.8	242	163.3	78.0	27.8	41.7	14.7	85	41	37	34	32	41	31	8.2	12.3	14.7	--	--	--		
1.40	1.47	20.55	2	1.85	25.4	154	65.3	20.5	11.1	16.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1.60	1.67	18.28	2	1.85	29.0	161	70.9	19.2	12.1	18.1	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1.80	1.86	23.75	2	1.85	32.6	168	76.0	18.1	12.9	19.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2.00	1.27	21.67	2	1.85	36.3	145	59.3	11.6	10.1	15.1	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2.20	1.27	21.67	2	1.85	39.9	145	59.3	10.3	10.1	15.1	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2.40	1.27	27.66	2	1.85	43.5	145	59.3	9.2	10.4	15.5	4.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2.60	1.57	21.92	2	1.85	47.1	157	68.2	10.0	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2.80	1.96	27.40	4	1.85	50.8	171	78.4	10.8	13.3	20.0	5.9	33	35	28	25	23	32	27	3.3	4.9	5.9	--	--	--		
3.00	1.86	21.84	2	1.85	54.4	168	76.0	9.5	13.1	19.6	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3.20	1.67	28.33	2	1.85	58.0	161	70.9	8.1	13.9	20.9	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3.40	1.67	21.25	2	1.85	61.6	161	70.9	7.5	15.1	22.7	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3.60	1.18	20.00	2	1.85	65.3	141	56.0	5.2	17.9	26.9	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
3.80	1.57	20.00	2	1.85	68.9	157	68.2	6.2	18.0	27.1	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4.00	1.86	23.75	2	1.85	72.5	168	76.0	6.7	18.5	27.8	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4.20	1.96	25.00	4	1.85	76.1	171	78.4	6.5	19.6	29.4	5.9	23	34	26	23	21	29	27	3.3	4.9	5.9	--	--	--		
4.40	1.76	22.50	2	1.85	79.8	164	73.5	5.7	21.5	32.2	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
4.60	2.06	26.25	4	1.85	83.4	174	80.7	6.0	22.0	33.1	6.2	22	34	26	22	21	29	27	3.4	5.1	6.2	--	--	--		
4.80	2.16	19.47	4	1.85	87.0	177	82.9	5.9	23.1	34.7	6.5	23	34	26	22	21	29	28	3.6	5.4	6.5	--	--	--		
5.00	2.74	23.33	4	1.85	90.7	194	94.6	6.6	23.2	34.8	8.2	30	35	27	24	22	30	28	4.6	6.9	8.2	--	--	--		
5.20	3.33	21.25	4	1.85	94.3	209	111.1	7.7	22.9	34.3	10.0	36	36	27	24	23	31	29	5.6	8.3	10.0	--	--	--		
5.40	3.72	20.32	4	1.85	97.9	218	124.1	8.4	23.3	34.9	11.2	39	36	28	25	23	32	30	6.2	9.3	11.2	--	--	--		
5.60	3.92	19.32	4	1.85	101.5	222	130.7	8.6	24.1	36.1	11.8	40	36	28	25	23	32	30	6.5	9.8	11.8	--	--	--		
5.80	4.12	18.50	4	1.85	105.2	226	137.2	8.8	24.9	37.4	12.3	40	36	28	25	23	32	30	6.9	10.3	12.3	--	--	--		
6.00	4.51	19.17	4	1.85	108.8	234	150.3	9.4	26.0	39.0	13.5	43	36	28	25	24	32	31	7.5	11.3	13.5	--	--	--		
6.20	3.53	20.81	4	1.85	112.4	214	117.6	6.6	28.7	43.1	10.6	34	35	27	24	22	31	30	5.9	8.8	10.6	--	--	--		
6.40	3.04	19.38	4	1.85	116.0	202	101.3	5.3	31.7	47.6	9.1	28	35	26	23	21	29	29	5.1	7.6	9.1	--	--	--		
6.60	3.63	26.43	4	1.85	119.7	216	120.9	6.4	31.1	46.6	10.9	33	35	27	24	22	30	30	6.0	9.1	10.9	--	--	--		
6.80	3.43	23.81	4	1.85	123.3	211	114.3	5.7	33.1	49.6	10.3	30	35	26	23	22	30	29	5.7	8.6	10.3	--	--	--		
7.00	3.53	20.00	4	1.85	126.9	214	117.6	5.7	34.1	51.1	10.6	31	35	26	23	22	30	30	5.9	8.8	10.6	--	--	--		
7.20	3.72	15.83	4	1.85	130.5	218	124.1	5.9	34.7	52.1	11.2	32	35	26	23	22	30	30	6.2	9.3	11.2	--	--	--		
7.40	2.94	17.34	4	1.85	134.2	199	98.0	4.2	37.5	56.2	8.8	23	34	25	22	21	28	29	4.9	7.4	8.8	--	--	--		
7.60	2.35	21.24	4	1.85	137.8	183	87.1	3.5	38.9	58.3	7.1	15	33	24	21	19	27	28	3.9	5.9	7.1	--	--	--		
7.80	2.06	19.63	4	1.85	141.4	174	80.7	3.1	39.1	58.6	6.2	9	32	23	20	19	26	27	3.4	5.1	6.2	--	--	--		
8.00	2.06	22.58	4	1.85	145.0	174	80.7	3.0	39.7	59.6	6.2	9	32	23	20	19	26	27	3.4	5.1	6.2	--	--	--		
8.20	2.55	27.96	4	1.85	148.7	189	91.0	3.4	41.8	62.7	7.6	16	33	24	21	19	27	28	4.2	6.4	7.6	--	--	--		
8.40	1.76	24.66	2	1.85	152.3	164	73.5	2.5	38.8	58.2	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
8.60	1.96	20.00	4	1.85	155.9	171	78.4	2.7	40.7	61.0	5.9	5	32	22	19	18	25	27	3.3	4.9	5.9	--	--	--		
8.80	2.06	15.00	4	1.85	159.5	174	80.7	2.7	41.8	62.7	6.2	6	32	22	19	18	26	27	3.4	5.1	6.2	--	--	--		
9.00	2.35	17.14	4	1.85	163.2	183	87.1	2.9	43.9	65.8	7.1	11	33	23	20	19	26	28	3.9	5.9	7.1	--	--	--		
9.20	2.06	31.34	3	1.85	166.8	174	--	--	--	--	--	5	32	22	19	18	25	27	3.4	5.1	6.2	--	--	--		
9.40	2.94	15.54	4	1.85	170.4	199	98.0	3.1	47.2	70.8	8.8	17	33	24	21	19	27	29	4.9	7.4	8.8	--	--	--		
9.60	4.21	12.91	4	1.85	174.0	228	140.5	4.8	48.3	72.4	12.6	29	35	26	22	21	29	30	7.0	10.5	12.6	--	--	--		
9.80	19.60	60.06	3	1.85	177.7	408	--	--	--	--	--	81	41	33	30	28	38	38	32.7	49.0	58.8	--	--	--		
10.00	23.52	328.77	3	1.85	181.3	437	--	--	--	--	--	87	42	34	31	29	38	39	39.2	58.8	70.6	--	--	--		
10.20	3.04	23.31	4	1.85	184.9	202	101.3	3.0	50.3	75.5	9.1	16	33	24	20	19	27	29	5.1	7.6	9.1	--	--	--		
10.40	2.45	34.25	3	1.85	188.6	186	--	--	--	--	--	8	32	23	19	18	26	28	4.1	6.1	7.4	--	--	--		
10.60	1.67	28.33	2	1.85	192.2	161	70.9	1.8	40.4	60.6	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
10.80	1.76	30.00	4	1.85	195.8	164	73.5	1.8	41.7	62.6	5.5	--	31	21	17	16	25	27	2.9	4.4	5.3	--	--	--		
11.00	1.76	26.87	2	0.98	197.7	164	73.5	1.8	41.8	62.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
11.20	1.96	27.40	4	0.93	199.5	171	78.4	2.0	44.1	66.1	5.9	--	31	21	18	17	25	27	3.3	4.9	5.9	--	--	--		
11.40	2.06	31.34	3	0.85	201.2	174	--	--	--	--	--	1	31	21	18	17	25	27	3.4	5.1	6.2	--	--	--		
11.60	2.06	26.25	4	0.93	203.0	174	80.7	2.0	45.3	67.9	6.2	1	31	21	18	17	25	27	3.4	5.1	6.2	--	--	--		
11.80	1.76	26.87	2	0.98	205.0	164	73.5	1.7	42.1	63.2	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
12.00	1.47	25.00	2	0.9																						

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****15**

Riferimento

**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
 Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa**Data esec. **04/03/2020**
 Pagina **1**  
 Elaborato
Falda **Assente**

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	207.00	0	2.6								
0.40	78.0	109.0		7.64	200.00	39	0.7								
0.60	170.0	200.0		16.66	120.00	142	1.5								
0.80	76.0	94.0		7.45	113.00	67	1.2								
<b>1.00</b>	<b>95.0</b>	<b>112.0</b>		<b>9.31</b>	<b>147.00</b>	<b>65</b>	<b>1.5</b>								
1.20	98.0	120.0		9.60	113.00	87	1.1								
1.40	125.0	142.0		12.25	140.00	89	5.0								
1.60	45.0	66.0		4.41	227.00	20	5.7								
1.80	21.0	55.0		2.06	120.00	18	5.2								
<b>2.00</b>	<b>18.0</b>	<b>36.0</b>		<b>1.76</b>	<b>93.00</b>	<b>19</b>	<b>6.2</b>								
2.20	15.0	29.0		1.47	93.00	16	5.4								
2.40	16.0	30.0		1.57	87.00	18	3.6								
2.60	22.0	35.0		2.16	80.00	28	4.6								
2.80	16.0	28.0		1.57	73.00	22	4.1								
<b>3.00</b>	<b>18.0</b>	<b>29.0</b>		<b>1.76</b>	<b>73.00</b>	<b>25</b>	<b>5.3</b>								
3.20	15.0	26.0		1.47	80.00	19	4.4								
3.40	18.0	30.0		1.76	80.00	23	6.3								
3.60	18.0	30.0		1.76	113.00	16	5.0								
3.80	20.0	37.0		1.96	100.00	20	5.4								
<b>4.00</b>	<b>16.0</b>	<b>31.0</b>		<b>1.57</b>	<b>87.00</b>	<b>18</b>	<b>5.7</b>								
4.20	14.0	27.0		1.37	80.00	18	4.3								
4.40	17.0	29.0		1.67	73.00	23	5.3								
4.60	15.0	26.0		1.47	80.00	19	4.4								
4.80	18.0	30.0		1.76	80.00	23	5.2								
<b>5.00</b>	<b>18.0</b>	<b>30.0</b>		<b>1.76</b>	<b>93.00</b>	<b>19</b>	<b>4.8</b>								
5.20	21.0	35.0		2.06	100.00	21	4.5								
5.40	22.0	37.0		2.16	100.00	22	4.2								
5.60	30.0	45.0		2.94	127.00	24	4.2								
5.80	38.0	57.0		3.72	160.00	24	4.8								
<b>6.00</b>	<b>36.0</b>	<b>60.0</b>		<b>3.53</b>	<b>173.00</b>	<b>21</b>	<b>5.0</b>								
6.20	32.0	58.0		3.14	160.00	20	4.2								
6.40	38.0	62.0		3.72	160.00	24	4.4								
6.60	41.0	65.0		4.02	180.00	23	4.5								
6.80	28.0	55.0		2.74	127.00	22	5.3								
<b>7.00</b>	<b>24.0</b>	<b>43.0</b>		<b>2.35</b>	<b>127.00</b>	<b>19</b>	<b>8.7</b>								
7.20	21.0	40.0		2.06	113.00	19	3.2								
7.40	17.0	34.0		1.67	73.00	23	4.6								
7.60	19.0	30.0		1.86	87.00	22	4.0								
7.80	22.0	35.0		2.16	87.00	25	8.7								
<b>8.00</b>	<b>23.0</b>	<b>36.0</b>		<b>2.25</b>	<b>200.00</b>	<b>12</b>	<b>3.2</b>								
8.20	37.0	67.0		3.63	120.00	31	5.5								
8.40	22.0	40.0		2.16	120.00	18	4.5								
8.60	22.0	40.0		2.16	100.00	22	12.8								
8.80	26.0	41.0		2.55	333.00	8									
<b>9.00</b>	<b>300.0</b>	<b>350.0</b>		<b>29.40</b>											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT****15**

Riferimento

**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
 Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

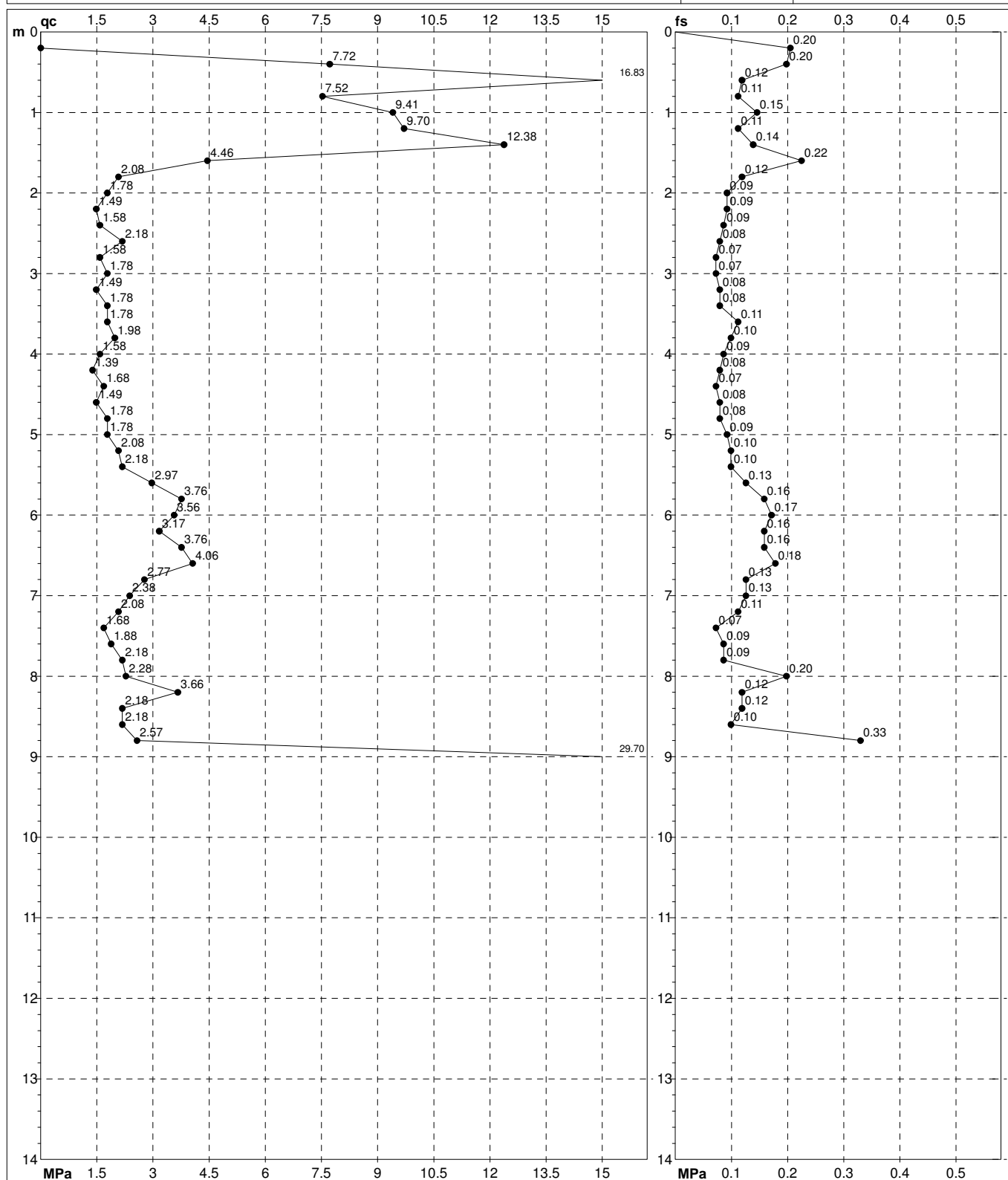
U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data esec. **04/03/2020**

Quota inizio:

Falda

Assente



Penetrometro: SP100

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

**15**

Riferimento

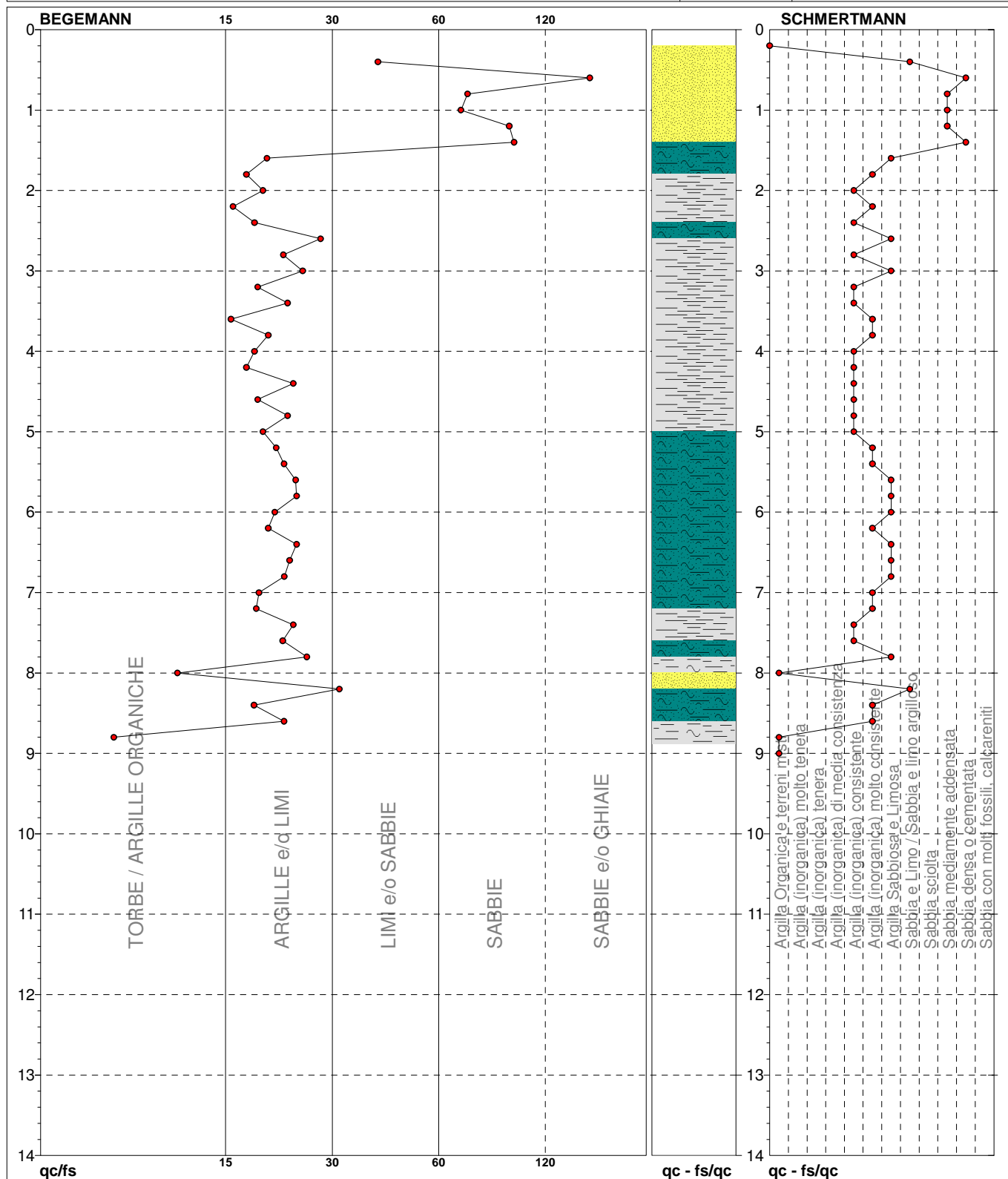
**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:70**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **04/03/2020**

Falda **Assente**



TORBE / ARGILLE OR	3 punti, 6.67%	Argilla Organica e terreni misti	2 punti, 4.44%	Argilla Sabbiosa e Limosa	10 punti, 22.22%
ARGILLE e/o LIMI	34 punti, 75.56%	Argilla (inorganica) consistente	13 punti, 28.89%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	2 punti, 4.44%
LIMI e/o SABBIE	2 punti, 4.44%	Argilla (inorganica) molto consistente	11 punti, 24.44%	Sabbia mediamente addensata	3 punti, 6.67%
SABBIE	4 punti, 8.89%			Sabbia densa o cementata	2 punti, 4.44%
SABBIE e/o GHIAIE	1 punto, 2.22%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT****15**

Riferimento

**036-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del Terreno di fondazione**  
 Località **Autodromo di Modena (Marzaglia)**

U.M.: **MPa** Data eseg. **04/03/2020**  
 Pagina **1**  
 Elaborato **Falda Assente**

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE															
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2				
0.20	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.						
0.20	--	--	3	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
0.40	7.64	39.00	3	1.85	7.3	286	--	--	--	--	--	100	43	44	42	39	45	33	12.7	19.1	22.9	--	--				
0.60	16.66	141.67	3	1.85	10.9	383	--	--	--	--	--	100	43	46	44	41	45	37	27.8	41.7	50.0	--	--				
0.80	7.45	67.26	3	1.85	14.5	283	--	--	--	--	--	100	43	41	38	36	44	33	12.4	18.6	22.3	--	--				
1.00	9.31	64.63	3	1.85	18.1	308	--	--	--	--	--	100	43	41	38	36	44	34	15.5	23.3	27.9	--	--				
1.20	9.60	86.73	3	1.85	21.8	311	--	--	--	--	--	100	43	40	37	35	43	34	16.0	24.0	28.8	--	--				
1.40	12.25	89.29	3	1.85	25.4	341	--	--	--	--	--	100	43	40	38	35	44	35	20.4	30.6	36.8	--	--				
1.60	4.41	19.82	4	1.85	29.0	232	147.0	47.7	25.0	37.5	13.2	74	40	35	32	30	39	31	7.4	11.0	13.2	--	--				
1.80	2.06	17.50	4	1.85	32.6	174	80.7	19.5	13.7	20.6	6.2	45	37	30	27	26	34	27	3.4	5.1	6.2	--	--				
2.00	1.76	19.35	2	1.85	36.3	164	73.5	15.2	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
2.20	1.47	16.13	2	1.85	39.9	154	65.3	11.6	11.1	16.7	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
2.40	1.57	18.39	2	1.85	43.5	157	68.2	11.0	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
2.60	2.16	27.50	4	1.85	47.1	177	82.9	12.7	14.1	21.1	6.5	38	36	29	26	24	33	28	3.6	5.4	6.5	--	--				
2.80	1.57	21.92	2	1.85	50.8	157	68.2	9.1	12.0	18.1	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
3.00	1.76	24.66	2	1.85	54.4	164	73.5	9.1	12.9	19.4	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
3.20	1.47	18.75	2	1.85	58.0	154	65.3	7.3	14.3	21.5	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
3.40	1.76	22.50	2	1.85	61.6	164	73.5	7.8	14.9	22.3	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
3.60	1.76	15.93	2	1.85	65.3	164	73.5	7.3	16.1	24.2	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
3.80	1.96	20.00	4	1.85	68.9	171	78.4	7.4	17.0	25.4	5.9	25	34	26	23	22	30	27	3.3	4.9	5.9	--	--				
4.00	1.57	18.39	2	1.85	72.5	157	68.2	5.8	19.4	29.1	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
4.20	1.37	17.50	2	1.85	76.1	150	62.4	4.9	21.1	31.6	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
4.40	1.67	23.29	2	1.85	79.8	161	70.9	5.4	21.7	32.5	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
4.60	1.47	18.75	2	1.85	83.4	154	65.3	4.6	23.2	34.8	4.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
4.80	1.76	22.50	2	1.85	87.0	164	73.5	5.1	24.0	35.9	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
5.00	1.76	19.35	2	1.85	90.7	164	73.5	4.8	25.1	37.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
5.20	2.06	21.00	4	1.85	94.3	174	80.7	5.2	25.9	38.8	6.2	19	34	25	22	21	28	27	3.4	5.1	6.2	--	--				
5.40	2.16	22.00	4	1.85	97.9	177	82.9	5.1	26.9	40.4	6.5	20	34	25	22	21	29	28	3.6	5.4	6.5	--	--				
5.60	2.94	23.62	4	1.85	101.5	199	98.0	6.0	26.9	40.3	8.8	30	35	26	23	22	30	29	4.9	7.4	8.8	--	--				
5.80	3.72	23.75	4	1.85	105.2	218	124.1	7.7	25.5	38.2	11.2	37	36	27	24	23	31	30	6.2	9.3	11.2	--	--				
6.00	3.53	20.81	4	1.85	108.8	214	117.6	6.9	27.4	41.1	10.6	34	35	27	24	22	31	30	5.9	8.8	10.6	--	--				
6.20	3.14	20.00	4	1.85	112.4	204	104.5	5.7	30.1	45.2	9.4	29	35	26	23	22	30	29	5.2	7.8	9.4	--	--				
6.40	3.72	23.75	4	1.85	116.0	218	124.1	6.8	29.4	44.1	11.2	35	35	27	24	22	31	30	6.2	9.3	11.2	--	--				
6.60	4.02	22.78	4	1.85	119.7	224	133.9	7.2	29.7	44.5	12.1	36	36	27	24	23	31	30	6.7	10.0	12.1	--	--				
6.80	2.74	22.05	4	1.85	123.3	194	94.6	4.5	34.4	51.6	8.2	23	34	25	22	21	29	28	4.6	6.9	8.2	--	--				
7.00	2.35	18.90	4	1.85	126.9	183	87.1	3.9	35.6	53.3	7.1	17	33	24	21	20	28	28	3.9	5.9	7.1	--	--				
7.20	2.06	18.58	4	1.85	130.5	174	80.7	3.4	36.8	55.1	6.2	11	33	23	20	19	27	27	3.4	5.1	6.2	--	--				
7.40	1.67	23.29	2	1.85	134.2	161	70.9	2.8	35.9	53.9	5.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7.60	1.86	21.84	2	1.85	137.8	168	76.0	3.0	37.6	56.4	5.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
7.80	2.16	25.29	4	1.85	141.4	177	82.9	3.2	39.4	59.1	6.5	11	33	23	20	19	26	28	3.6	5.4	6.5	--	--				
8.00	2.25	11.50	4	1.85	145.0	180	85.1	3.2	40.4	60.6	6.8	12	33	23	20	19	27	28	3.8	5.6	6.8	--	--				
8.20	3.63	30.83	3	1.85	148.7	216	--	--	--	--	--	28	35	26	22	21	29	30	6.0	9.1	10.9	--	--				
8.40	2.16	18.33	4	1.85	152.3	177	82.9	2.9	41.3	62.0	6.5	9	32	23	20	19	26	28	3.6	5.4	6.5	--	--				
8.60	2.16	22.00	4	1.85	155.9	177	82.9	2.9	41.9	62.8	6.5	9	32	23	19	18	26	28	3.6	5.4	6.5	--	--				
8.80	2.55	7.81	4	1.85	159.5	189	91.0	3.1	44.1	66.1	7.6	14	33	24	20	19	27	28	4.2	6.4	7.6	--	--				
9.00	29.40	--	3	1.85	163.2	475	--	--	--	--	--	97	43	36	33	31	40	40	49.0	73.5	88.2	--	--				

# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Descrizione: Località:	
---	--

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

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

## **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**

### **(DYNAMIC PROBING)**

#### **DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

#### **Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

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

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

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

**penetrometri in uso in Italia**

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H=0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27 \text{ cm}^2$  rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20 \text{ cm}^2$ , rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

## Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
$\delta$	passo di avanzamento.

## Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo ( $\delta/N$ ).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

## Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa'/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

$ER/60$       rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

$C_s$                       parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

$C_d$                       funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

$C_r$                       parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

## Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

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

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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



## **Valutazioni statistiche e correlazioni**

### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### ***Media***

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media minima***

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Massimo***

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Minimo***

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Scarto quadratico medio***

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media deviata***

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media (+ s)***

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### ***Media (– s)***

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### ***Distribuzione normale R.C.***

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $\sigma_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

### ***Distribuzione normale R.N.C.***

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove  $n$  è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immorsamento  $d = 1$  m.

### **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

#### ***Liquefazione***

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

#### ***Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda***

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### ***Angolo di Attrito***

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

### ***Densità relativa (%)***

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

### ***Modulo Di Young ( $E_y$ )***

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

### ***Modulo Edometrico***

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

### ***Stato di consistenza***

- Classificazione A.G.I. 1977

### ***Peso di Volume***

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### ***Peso di volume saturo***

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

#### ***Modulo di poisson***

- Classificazione A.G.I.

#### ***Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)***

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### ***Velocità onde di taglio $V_s$ (m/s)***

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

#### ***Modulo di deformazione di taglio (G)***

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### ***Modulo di reazione ( $K_0$ )***

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### ***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )***

- Robertson (1983) -  $Q_c$



## Correlazioni geotecniche terreni coesivi

### *Coesione non drenata*

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c = 20$  e  $Q_c/N_{spt} = 2$ .
- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

### *Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )*

- Robertson (1983) -  $Q_c$

### *Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )*

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Qc/Nspt=1.5-2.0$ ).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ( $Nspt < 30$ ) medie e molli (  $Nspt < 4$ ) e argille sabbiose ( $Nspt = 6-12$ ).

### ***Modulo Di Young ( $E_y$ )***

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$ .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

### ***Stato di consistenza***

- Classificazione A.G.I. 1977.

### ***Peso di Volume***

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

### ***Peso di volume saturo***

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.8

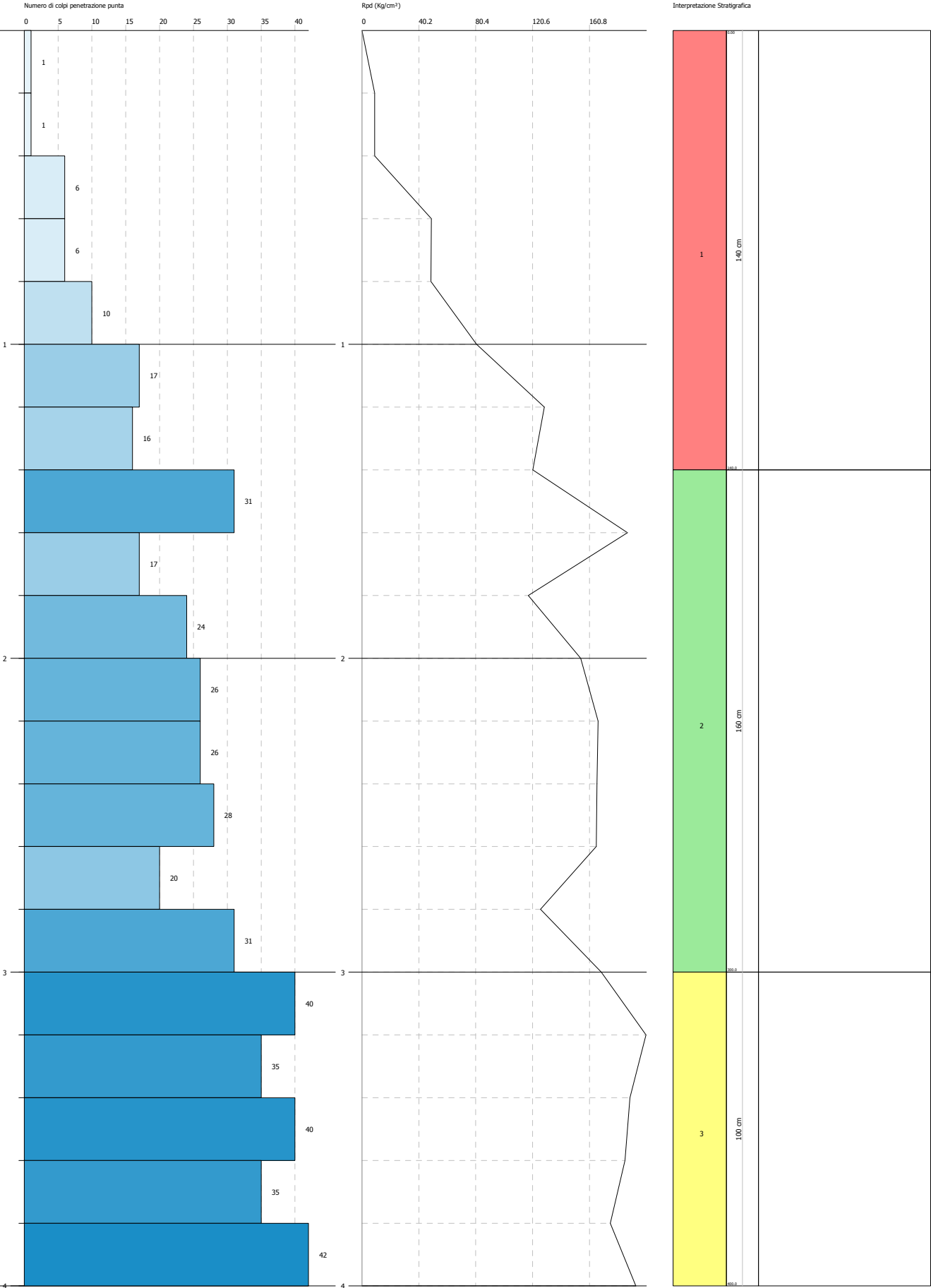
Strumento utilizzato...	DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data	16/01/2020
Profondità prova	4.00 mt
Falda non rilevata	

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
Descrizione:  
Località:

Data: 16/01/2020

Scala 1:17



Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	6	0.847	49.01	57.86	2.45	2.89
0.80	6	0.843	48.80	57.86	2.44	2.89
1.00	10	0.840	80.98	96.43	4.05	4.82
1.20	17	0.786	128.90	163.94	6.44	8.20
1.40	16	0.783	120.79	154.30	6.04	7.71
1.60	31	0.680	187.72	276.24	9.39	13.81
1.80	17	0.776	117.60	151.48	5.88	7.57
2.00	24	0.723	154.66	213.86	7.73	10.69
2.20	26	0.720	166.84	231.68	8.34	11.58
2.40	26	0.717	166.15	231.68	8.31	11.58
2.60	28	0.714	165.62	231.89	8.28	11.59
2.80	20	0.761	126.12	165.63	6.31	8.28
3.00	31	0.659	169.10	256.73	8.46	12.84
3.20	40	0.606	200.75	331.27	10.04	16.56
3.40	35	0.653	189.39	289.86	9.47	14.49
3.60	40	0.601	185.92	309.42	9.30	15.47
3.80	35	0.648	175.55	270.74	8.78	13.54
4.00	42	0.596	193.64	324.89	9.68	16.24

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tension e efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizi one
1.4	9.33	90.15	Coesivo	0	2.05	2.25	0.14	1.47	13.72	
3	25.38	219.9	Incoerente	0	2.19	2.09	0.46	1.47	37.31	
4	38.4	305.24	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	0.76	1.47	56.45	

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8**

## TERRENI COESIVI

**Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
--	------	------------------	----------------	-----------	-----------------------	--------------	-------------------	---------------------------------	------------------------------------	----------------	--------------------	-----------	---------

[1] -	13.72	1.40	0.93	1.72	0.50	0.54	1.35	2.70	1.20	1.51	0.69	2.25	1.72
[3] -	56.45	4.00	3.81	7.06	0.00	1.93	5.66	9.16	4.03	6.36	2.82	9.37	7.06

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	13.72	1.40	Robertson (1983)	27.44
[3] -	56.45	4.00	Robertson (1983)	112.90

#### Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	13.72	1.40	62.95	--	141.73	137.20
[3] -	56.45	4.00	258.99	--	577.55	564.50

#### Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	13.72	1.40	137.38	137.20
[3] -	56.45	4.00	628.78	564.50

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	13.72	1.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[3] -	56.45	4.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	13.72	1.40	Meyerhof	2.05
[3] -	56.45	4.00	Meyerhof	2.50

#### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	13.72	1.40	Meyerhof	2.25
[3] -	56.45	4.00	Meyerhof	2.50

#### Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	13.72	1.40		0
[3] -	56.45	4.00		0

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] -	37.31	3.00	63.15	100	100	70.17
[3] -	56.45	4.00	68.69	100	100	86.26

#### Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] -	37.31	3.00	37.31	37.66	30.66	38.45	32.54	41.06	42	35-38	38.66	38.19	48.84	42.32
[3] -	56.45	4.00	56.45	43.13	36.13	43.81	32.12	42.69	42	>38	44.1	43.94	51.31	48.6

#### Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] -	37.31	3.00	37.31	436.00	298.48	440.96	459.83	261.55
[3] -	56.45	4.00	56.45	536.29	451.60	666.81	603.38	357.25



**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] -	37.31	3.00	37.31	223.86	104.10	264.90	204.40
[3] -	56.45	4.00	56.45	338.70	143.41	400.80	289.77

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] -	37.31	3.00	37.31	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[3] -	56.45	4.00	56.45	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[2] -	37.31	3.00	37.31	Terzaghi-Peck 1948	1.76
[3] -	56.45	4.00	56.45	Terzaghi-Peck 1948	1.89

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[2] -	37.31	3.00	37.31	Terzaghi-Peck 1948	2.10
[3] -	56.45	4.00	56.45	Terzaghi-Peck 1948	2.17

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] -	37.31	3.00	37.31	(A.G.I.)	0.28
[3] -	56.45	4.00	56.45	(A.G.I.)	0.24

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] -	37.31	3.00	37.31	1951.77	1141.03
[3] -	56.45	4.00	56.45	2880.56	1469.52

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] -	37.31	3.00	37.31	Ohta & Goto (1978) Limi	148.98
[3] -	56.45	4.00	56.45	Ohta & Goto (1978) Limi	175.05

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] -	37.31	3.00	37.31	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	56.45	4.00	56.45	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] -	37.31	3.00	37.31		---
[3] -	56.45	4.00	56.45		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

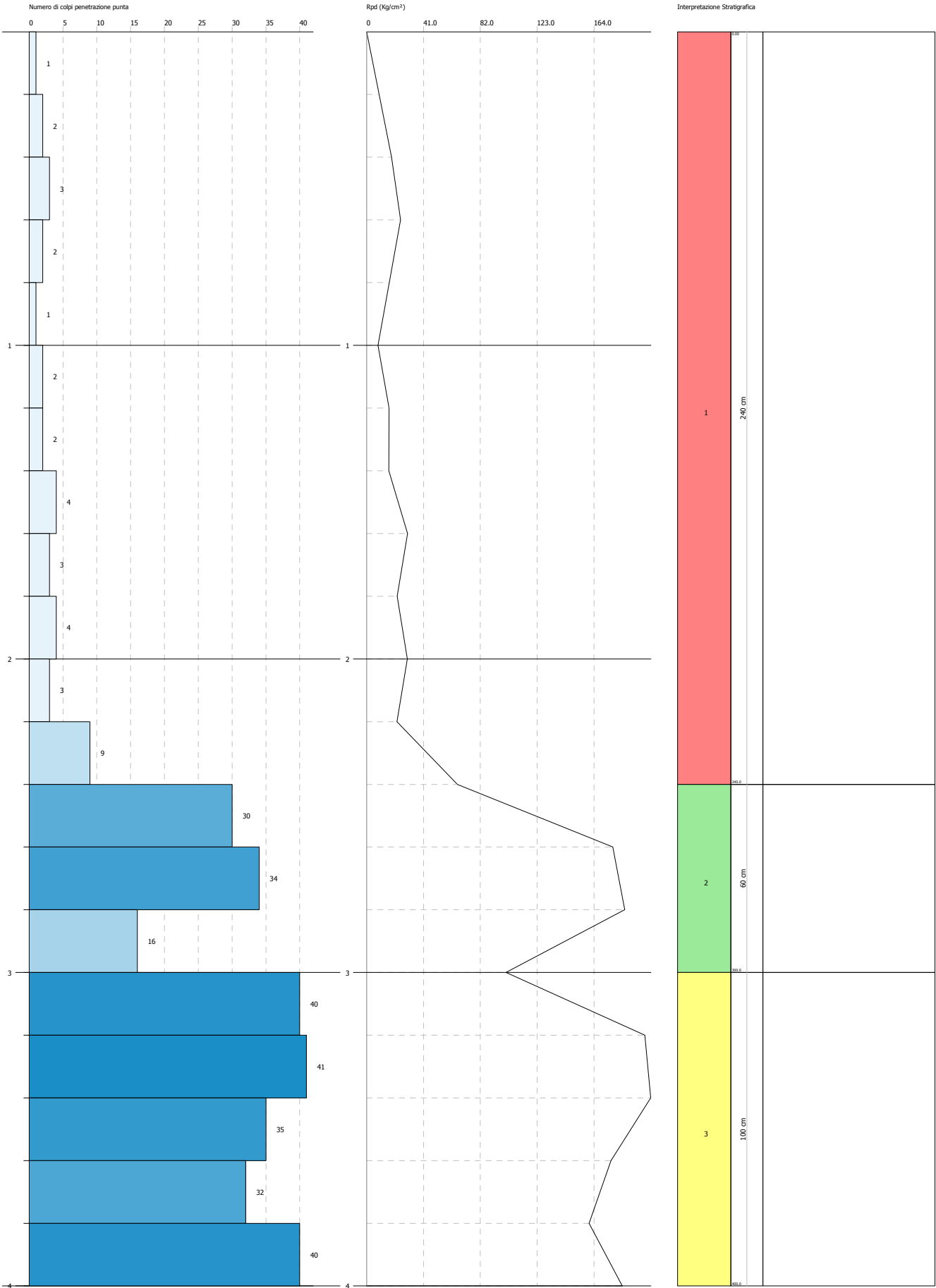
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[2] -	37.31	3.00	37.31		---
[3] -	56.45	4.00	56.45		---

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.9  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
Descrizione:  
Località:

Data: 16/01/2020

Scala 1:17



PROVA ... Nr.9

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

DPSH TG 63-200 PAGANI  
16/01/2020  
4.00 mt

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> )
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	2	0.836	16.13	19.29	0.81	0.96
1.40	2	0.833	16.06	19.29	0.80	0.96
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	3	0.826	22.09	26.73	1.10	1.34
2.00	4	0.823	29.34	35.64	1.47	1.78
2.20	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
2.40	9	0.817	65.53	80.20	3.28	4.01
2.60	30	0.714	177.45	248.45	8.87	12.42
2.80	34	0.661	186.24	281.58	9.31	14.08
3.00	16	0.759	100.53	132.51	5.03	6.63
3.20	40	0.606	200.75	331.27	10.04	16.56
3.40	41	0.603	204.88	339.55	10.24	16.98
3.60	35	0.651	176.22	270.74	8.81	13.54
3.80	32	0.648	160.51	247.54	8.03	12.38
4.00	40	0.596	184.42	309.42	9.22	15.47

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.4	3.18	29.31	Coesivo	0	1.74	1.88	0.21	1.47	4.67	
3	26.67	220.85	Incoerente	0	2.2	2.1	0.48	1.47	39.2	
4	37.6	299.7	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	0.67	1.47	55.27	

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.9

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	4.67	2.40	0.29	0.58	0.25	0.19	0.45	0.88	0.42	0.78	0.23	0.54	0.58
[3] -	55.27	4.00	3.73	6.91	0.00	1.90	5.54	8.99	3.97	6.20	2.76	9.16	6.91

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	4.67	2.40	Robertson (1983)	9.34
[3] -	55.27	4.00	Robertson (1983)	110.54

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	4.67	2.40	21.43	70.05	49.42	58.38
[3] -	55.27	4.00	253.58	--	565.51	552.70

#### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
--	------	------------------	----------	-----------

[1] -	4.67	2.40	33.31	46.70
[3] -	55.27	4.00	615.21	552.70

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	4.67	2.40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] -	55.27	4.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	4.67	2.40	Meyerhof	1.74
[3] -	55.27	4.00	Meyerhof	2.50

#### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	4.67	2.40	Meyerhof	1.88
[3] -	55.27	4.00	Meyerhof	2.50

#### Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	4.67	2.40		0
[3] -	55.27	4.00		0

#### TERRENI INCOERENTI

##### Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] -	39.2	3.00	64.05	100	100	71.72
[3] -	55.27	4.00	69.77	100	100	85.09

##### Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] -	39.2	3.00	39.2	38.2	31.2	38.98	32.52	41.36	42	35-38	39.25	38.76	49.19	43
[3] -	55.27	4.00	55.27	42.79	35.79	43.48	32.35	42.68	42	>38	43.79	43.58	51.46	48.25

##### Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] -	39.2	3.00	39.2	446.90	313.60	463.26	474.00	271.00
[3] -	55.27	4.00	55.27	530.66	442.16	652.89	594.53	351.35

##### Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] -	39.2	3.00	39.2	235.20	107.98	278.32	212.83
[3] -	55.27	4.00	55.27	331.62	140.99	392.42	284.50

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] -	39.2	3.00	39.2	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[3] -	55.27	4.00	55.27	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

#### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Peso Unità di Volume
--	------	--------------	-------------------	--------------	----------------------

		(m)	presenza falda		(t/m³)
[2] -	39.2	3.00	39.2	Terzaghi-Peck 1948	1.78
[3] -	55.27	4.00	55.27	Terzaghi-Peck 1948	1.88

#### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[2] -	39.2	3.00	39.2	Terzaghi-Peck 1948	2.11
[3] -	55.27	4.00	55.27	Terzaghi-Peck 1948	2.17

#### Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] -	39.2	3.00	39.2	(A.G.I.)	0.28
[3] -	55.27	4.00	55.27	(A.G.I.)	0.24

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] -	39.2	3.00	39.2	2044.57	1176.00
[3] -	55.27	4.00	55.27	2823.93	1450.68

#### Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] -	39.2	3.00	39.2	Ohta & Goto (1978) Limi	156.32
[3] -	55.27	4.00	55.27	Ohta & Goto (1978) Limi	174.41

#### Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] -	39.2	3.00	39.2	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	55.27	4.00	55.27	Seed e Idriss (1971)	--

#### Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] -	39.2	3.00	39.2		---
[3] -	55.27	4.00	55.27		---

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] -	39.2	3.00	39.2		---
[3] -	55.27	4.00	55.27		---

PROVA ... Nr.10 bis

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Falda non rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI

16/01/2020

4.00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

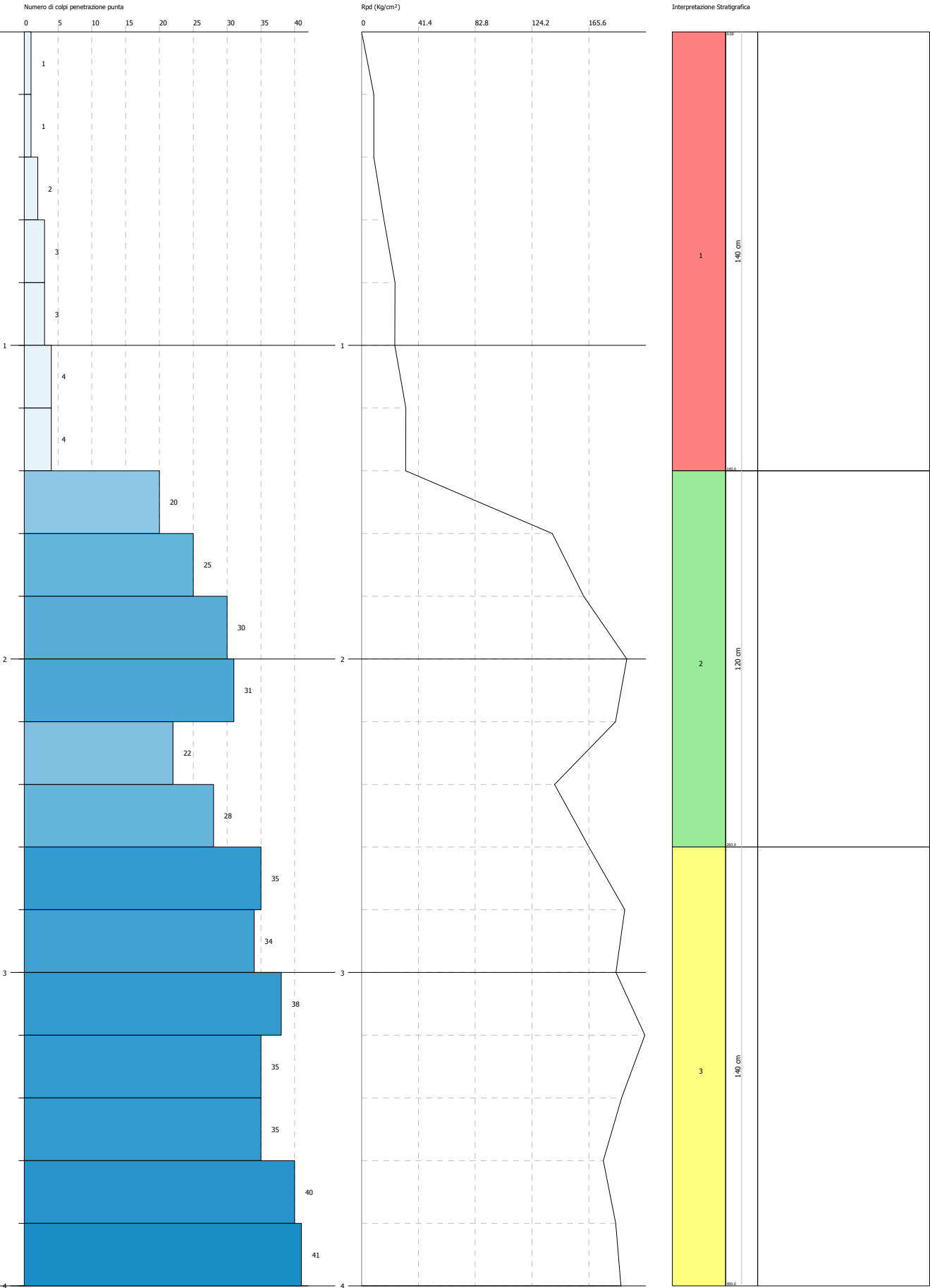


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.10 bis  
Strumento utilizzato... DPH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
Descrizione:  
Località:

Data: 16/01/2020

Scala 1:17



Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	2	0.847	16.34	19.29	0.82	0.96
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45
1.00	3	0.840	24.29	28.93	1.21	1.45
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	20	0.780	138.93	178.22	6.95	8.91
1.80	25	0.726	161.80	222.77	8.09	11.14
2.00	30	0.723	193.33	267.33	9.67	13.37
2.20	31	0.670	185.11	276.24	9.26	13.81
2.40	22	0.717	140.59	196.04	7.03	9.80
2.60	28	0.714	165.62	231.89	8.28	11.59
2.80	35	0.661	191.72	289.86	9.59	14.49
3.00	34	0.659	185.47	281.58	9.27	14.08
3.20	38	0.656	206.45	314.70	10.32	15.74
3.40	35	0.653	189.39	289.86	9.47	14.49
3.60	35	0.651	176.22	270.74	8.81	13.54
3.80	40	0.598	185.16	309.42	9.26	15.47
4.00	41	0.596	189.03	317.16	9.45	15.86

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.4	2.83	27.47	Coesivo	0	1.71	1.87	0.12	1.47	4.16	
2.6	26	228.75	Incoerente - coesivo	0	2.42	2.5	0.38	1.47	38.22	
4	36.86	296.19	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	0.7	1.47	54.18	

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.10 bis

##### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	4.16	1.40	0.26	0.52	0.25	0.17	0.40	0.82	0.38	0.74	0.21	0.57	0.52
[2] -	38.22	2.60	2.58	4.78	0.00	1.39	3.81	6.86	2.98	4.01	1.91	6.38	4.78
[3] -	54.18	4.00	3.66	6.77	0.00	1.87	5.43	8.89	3.91	6.05	2.71	8.96	6.77

##### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	4.16	1.40	Robertson (1983)	8.32
[2] -	38.22	2.60	Robertson (1983)	76.44
[3] -	54.18	4.00	Robertson (1983)	108.36

##### Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	4.16	1.40	19.09	62.40	44.22	52.00
[2] -	38.22	2.60	175.35	--	391.61	382.20
[3] -	54.18	4.00	248.58	--	554.40	541.80

##### Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	4.16	1.40	27.44	41.60
[2] -	38.22	2.60	419.13	382.20
[3] -	54.18	4.00	602.67	541.80

##### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
--	------	------------------	--------------	-----------------

[1] -	4.16	1.40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	38.22	2.60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[3] -	54.18	4.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	4.16	1.40	Meyerhof	1.71
[2] -	38.22	2.60	Meyerhof	2.42
[3] -	54.18	4.00	Meyerhof	2.50

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	4.16	1.40	Meyerhof	1.87
[2] -	38.22	2.60	Meyerhof	2.50
[3] -	54.18	4.00	Meyerhof	2.50

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	4.16	1.40		0
[2] -	38.22	2.60		0
[3] -	54.18	4.00		0

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] -	38.22	2.60	65.57	100	100	70.93
[3] -	54.18	4.00	68.61	100	100	84.06

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] -	38.22	2.60	38.22	37.92	30.92	38.7	32.98	41.21	42	35-38	38.94	38.47	49.35	42.65
[3] -	54.18	4.00	54.18	42.48	35.48	43.17	32.23	42.65	42	>38	43.51	43.25	51.17	47.92

**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] -	38.22	2.60	38.22	441.28	305.76	451.70	466.65	266.10
[3] -	54.18	4.00	54.18	525.40	433.44	640.02	586.35	345.90

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] -	38.22	2.60	38.22	229.32	105.97	271.36	208.46
[3] -	54.18	4.00	54.18	325.08	138.75	384.68	279.64

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] -	38.22	2.60	38.22	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO
[3] -	54.18	4.00	54.18	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	-----------------------------

[2] -	38.22	2.60	38.22	Terzaghi-Peck 1948	1.77
[3] -	54.18	4.00	54.18	Terzaghi-Peck 1948	1.88

#### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[2] -	38.22	2.60	38.22	Terzaghi-Peck 1948	2.10
[3] -	54.18	4.00	54.18	Terzaghi-Peck 1948	2.17

#### Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] -	38.22	2.60	38.22	(A.G.I.)	0.28
[3] -	54.18	4.00	54.18	(A.G.I.)	0.25

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] -	38.22	2.60	38.22	1996.49	1157.95
[3] -	54.18	4.00	54.18	2771.55	1433.13

#### Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] -	38.22	2.60	38.22	Ohta & Goto (1978) Limi	146.88
[3] -	54.18	4.00	54.18	Ohta & Goto (1978) Limi	171.85

#### Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] -	38.22	2.60	38.22	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	54.18	4.00	54.18	Seed e Idriss (1971)	--

#### Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] -	38.22	2.60	38.22		---
[3] -	54.18	4.00	54.18		---

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] -	38.22	2.60	38.22		---
[3] -	54.18	4.00	54.18		---

PROVA ... Nr.12

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Falda non rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI

16/01/2020

3.80 mt

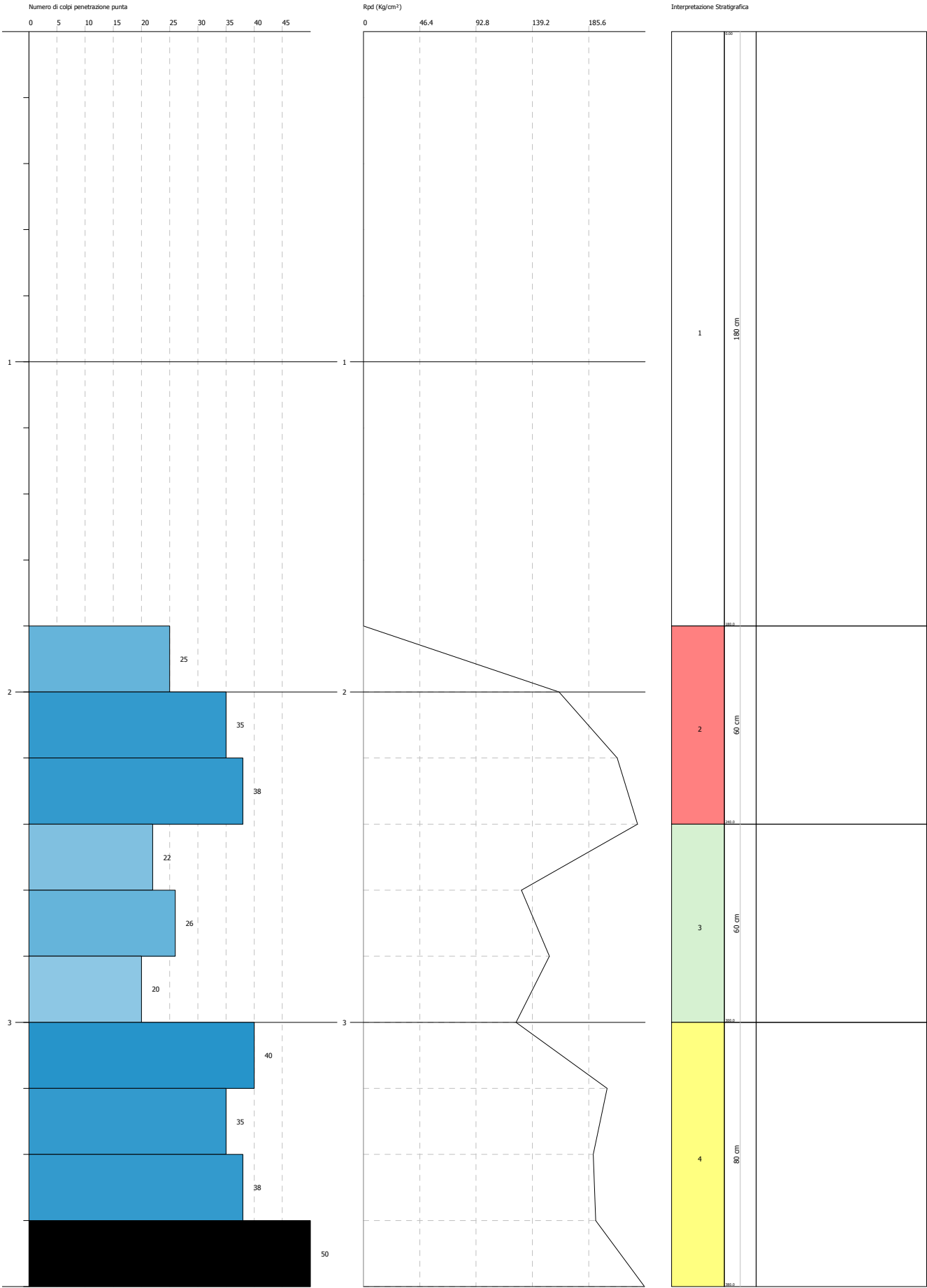
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.12  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
Descrizione:  
Località:

Data: 16/01/2020

Scala 1:16





Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	0	0.843	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0	0.840	0.00	0.00	0.00	0.00
1.20	0	0.836	0.00	0.00	0.00	0.00
1.40	0	0.833	0.00	0.00	0.00	0.00
1.60	0	0.830	0.00	0.00	0.00	0.00
1.80	0	0.826	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	25	0.723	161.10	222.77	8.06	11.14
2.20	35	0.670	209.00	311.88	10.45	15.59
2.40	38	0.667	225.90	338.61	11.30	16.93
2.60	22	0.714	130.13	182.20	6.51	9.11
2.80	26	0.711	153.19	215.32	7.66	10.77
3.00	20	0.759	125.66	165.63	6.28	8.28
3.20	40	0.606	200.75	331.27	10.04	16.56
3.40	35	0.653	189.39	289.86	9.47	14.49
3.60	38	0.651	191.32	293.95	9.57	14.70
3.80	50	0.598	231.45	386.78	11.57	19.34

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.8	0	0		0	0.0	0.0	0.0	1.47	0	
2.4	32.67	291.09	Coesivo	0	2.5	2.5	0.08	1.47	48.02	
3	22.67	187.72	Coesivo	0	2.23	2.48	0.22	1.47	33.32	
3.8	40.75	325.46	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	0.38	1.47	59.9	

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.12

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[2] -	48.02	2.40	3.24	6.00	0.00	1.69	4.80	8.73	3.57	5.23	2.40	8.15	6.00
[3] -	33.32	3.00	2.25	4.17	0.00	1.24	3.32	5.63	2.66	3.45	1.67	5.47	4.17
[4] -	59.9	3.80	4.04	7.49	0.00	2.02	6.01	9.76	4.20	6.86	3.00	10.02	7.49

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] -	48.02	2.40	Robertson (1983)	96.04
[3] -	33.32	3.00	Robertson (1983)	66.64
[4] -	59.9	3.80	Robertson (1983)	119.80

#### Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[2] -	48.02	2.40	220.32	--	491.57	480.20
[3] -	33.32	3.00	152.87	--	341.64	333.20
[4] -	59.9	3.80	274.82	--	612.74	599.00

#### Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[2] -	48.02	2.40	531.83	480.20
[3] -	33.32	3.00	362.78	333.20
[4] -	59.9	3.80	668.45	599.00

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] -	48.02	2.40	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

[3] -	33.32	3.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[4] -	59.9	3.80	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[2] -	48.02	2.40	Meyerhof	2.50
[3] -	33.32	3.00	Meyerhof	2.23
[4] -	59.9	3.80	Meyerhof	2.50

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[2] -	48.02	2.40	Meyerhof	2.50
[3] -	33.32	3.00	Meyerhof	2.48
[4] -	59.9	3.80	Meyerhof	2.50

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] -	48.02	2.40		0
[3] -	33.32	3.00		0
[4] -	59.9	3.80		0

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[4] -	59.9	3.80	78.76	100	100	89.93

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)								
[4] -	59.9	3.80	59.9											

**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[4] -	59.9	3.80	59.9	552.44	479.20	707.52	629.25	374.50

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[4] -	59.9	3.80	59.9	359.40	150.50	425.29	305.15

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[4] -	59.9	3.80	59.9	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[4] -	59.9	3.80	59.9	Terzaghi-Peck 1948	1.91

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[4] -	59.9	3.80	59.9	Terzaghi-Peck 1948	2.18

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	---------

[4] -	59.9	3.80	59.9	(A.G.I.)	0.23
-------	------	------	------	----------	------

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[4] -	59.9	3.80	59.9	3045.75	1523.76

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[4] -	59.9	3.80	59.9	Ohta & Goto (1978) Limi	175.87

**Liquefazione**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[4] -	59.9	3.80	59.9	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[4] -	59.9	3.80	59.9		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[4] -	59.9	3.80	59.9		---

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data

04/03/2020

Profondità prova

10.60 mt

Falda non 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> )
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	0	0.843	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0	0.840	0.00	0.00	0.00	0.00
1.20	0	0.836	0.00	0.00	0.00	0.00
1.40	0	0.833	0.00	0.00	0.00	0.00
1.60	0	0.830	0.00	0.00	0.00	0.00
1.80	0	0.826	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	0	0.823	0.00	0.00	0.00	0.00
2.20	0	0.820	0.00	0.00	0.00	0.00
2.40	0	0.817	0.00	0.00	0.00	0.00
2.60	0	0.814	0.00	0.00	0.00	0.00
2.80	0	0.811	0.00	0.00	0.00	0.00
3.00	20	0.759	118.63	156.37	5.93	7.82
3.20	11	0.806	69.32	86.00	3.47	4.30
3.40	2	0.803	12.56	15.64	0.63	0.78
3.60	2	0.801	12.52	15.64	0.63	0.78
3.80	3	0.798	18.73	23.46	0.94	1.17
4.00	4	0.796	23.37	29.36	1.17	1.47
4.20	4	0.794	23.30	29.36	1.17	1.47
4.40	4	0.791	23.24	29.36	1.16	1.47
4.60	4	0.789	23.17	29.36	1.16	1.47
4.80	4	0.787	23.11	29.36	1.16	1.47
5.00	4	0.785	21.72	27.67	1.09	1.38
5.20	5	0.783	27.08	34.59	1.35	1.73
5.40	7	0.781	37.82	48.42	1.89	2.42
5.60	8	0.779	43.12	55.34	2.16	2.77
5.80	6	0.777	32.26	41.50	1.61	2.08
6.00	6	0.775	30.43	39.24	1.52	1.96
6.20	8	0.774	40.48	52.32	2.02	2.62
6.40	8	0.772	40.39	52.32	2.02	2.62
6.60	8	0.770	40.31	52.32	2.02	2.62
6.80	7	0.769	35.19	45.78	1.76	2.29
7.00	7	0.767	33.31	43.42	1.67	2.17
7.20	6	0.766	28.49	37.21	1.42	1.86
7.40	7	0.764	33.18	43.42	1.66	2.17
7.60	7	0.763	33.11	43.42	1.66	2.17
7.80	6	0.761	28.33	37.21	1.42	1.86
8.00	7	0.760	31.37	41.28	1.57	2.06
8.20	5	0.759	22.37	29.49	1.12	1.47

8.40	5	0.757	22.33	29.49	1.12	1.47
8.60	5	0.756	22.29	29.49	1.11	1.47
8.80	6	0.755	26.71	35.38	1.34	1.77
9.00	7	0.753	29.65	39.35	1.48	1.97
9.20	8	0.752	33.83	44.97	1.69	2.25
9.40	10	0.751	42.22	56.21	2.11	2.81
9.60	10	0.750	42.16	56.21	2.11	2.81
9.80	10	0.749	42.09	56.21	2.10	2.81
10.00	13	0.698	48.70	69.81	2.44	3.49
10.20	15	0.697	56.11	80.54	2.81	4.03
10.40	35	0.596	111.92	187.94	5.60	9.40
10.60	50	0.544	146.17	268.48	7.31	13.42

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2.8	0	0		0	0.0	0.0	0.0	1.5	0	
3.2	15.5	121.19	Incoerente	0	2.05	2.0	0.04	1.5	23.31	ghiaia
10.2	6.51	40.69	Coesivo	0	1.95	2.14	0.76	1.5	9.79	argilla
10.6	42.5	228.21	Incoerente	0	2.32	2.18	1.49	1.5	63.92	ghiaia

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

##### TERRENI COESIVI

##### Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[3] - argilla	9.79	10.20	0.66	1.22	0.50	0.39	0.96	1.22	0.87	1.18	0.49	0.33	1.22

##### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[3] - argilla	9.79	10.20	Robertson (1983)	19.58

##### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[3] - argilla	9.79	10.20	44.92	--	101.64	122.38

##### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[3] - argilla	9.79	10.20	92.19	97.90

##### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[3] - argilla	9.79	10.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

##### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[3] - argilla	9.79	10.20	Meyerhof	1.96



**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[3] - argilla	9.79	10.20	Meyerhof	2.16

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] - argilla	9.79	10.20		0

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - ghiaia	23.31	3.20	61.23	100	100	55.83
[4] - ghiaia	63.92	10.60	61.06	100	100	94.86

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)								
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31											
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92											

**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31	344.62	186.48	275.76	354.82	191.55
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92	570.67	511.36	754.96	659.40	394.60

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31	139.86	75.34	165.50	141.96
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92	383.52	158.76	453.83	323.08

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31	Terzaghi-Peck 1948	1.63
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92	Terzaghi-Peck 1948	1.92

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31	Terzaghi-Peck 1948	2.02
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92	Terzaghi-Peck 1948	2.19

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31	(A.G.I.)	0.31
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92	(A.G.I.)	0.22

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31	1254.30	856.01
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92	3237.52	1585.46

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31	Ohta & Goto (1978) Limi	145.81
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92	Ohta & Goto (1978) Limi	220.69

**Liquefazione**




	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31	Seed e Idriss (1971)	--
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31		---
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - ghiaia	23.31	3.20	23.31		---
[4] - ghiaia	63.92	10.60	63.92		---

- |   |  |
|---|--|
|  | Sondaggio a carotaggio continuo/ Down hall |
|  | Prove penetrometriche statiche             |
|  | Prove penetrometriche dinamiche            |

# PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

**Strumento utilizzato:**  
**SP200 - GeoDeepDrill**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura:  $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( $\varnothing = 35.7 \text{ mm}$  -  $h = 133 \text{ mm}$  -  $A_m = 150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm/sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione  $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$   
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta:  $q_c \text{ (MPa)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale:  $f_s \text{ (kPa)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale:  $R_t \text{ (kPa)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta  $S \text{ (Kg)}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $CT$ .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $f_s$  viene computata 20 cm sopra la punta.

### CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N  $\approx$  100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1.000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t/m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

1 kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN



## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

**Valutazioni in base al rapporto:**  $F = (q_c / f_s)$

**Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977**

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 1470 \text{ kPa}$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$1470 \text{ kPa} < F \leq 2940 \text{ kPa}$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$2940 \text{ kPa} < F \leq 5880 \text{ kPa}$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 5880 \text{ kPa}$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),  
ricavabili in base ai valori di  $q_c$  e di  $FR = (f_s / q_c) \% :$**

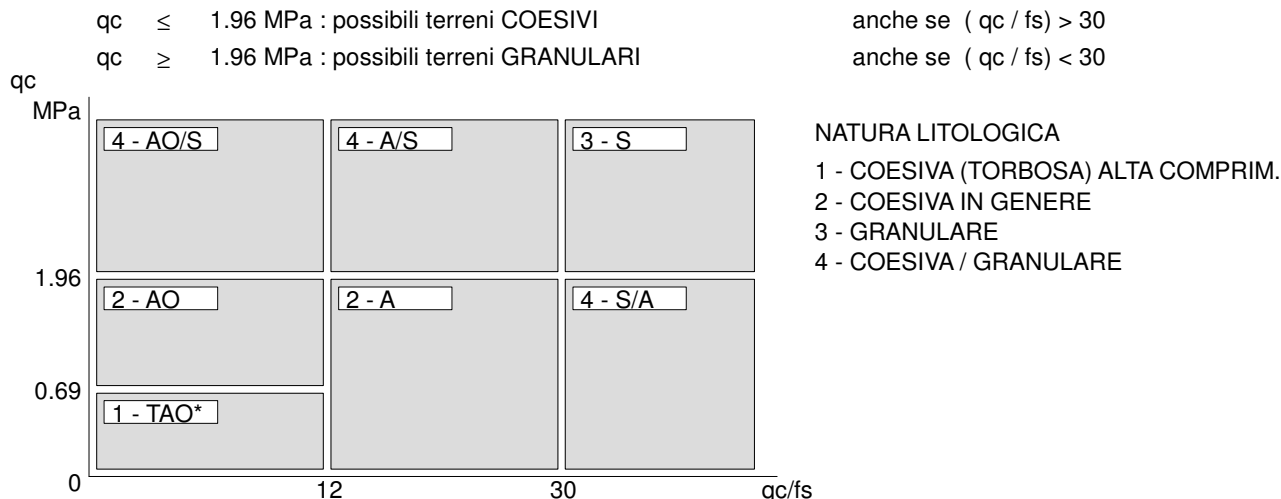
- AO	=	argilla organica e terreni misti
- Att	=	argilla (inorganica) molto tenera
- At	=	argilla (inorganica) tenera
- Am	=	argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac	=	argilla (inorganica) consistente
- Acc	=	argilla (inorganica) molto consistente
- ASL	=	argilla sabbiosa e limosa
- SAL	=	sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss	=	sabbia sciolta
- Sm	=	sabbia mediamente addensata
- Sd	=	sabbia densa o cementata
- SC	=	sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $q_c / f_s$  (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $q_c$  - natura ]  
 ( Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi) [ correlazioni :  $C_u$  -  $q_c$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
 ( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- $E_u$  = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [ correl. :  $E_u$  -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
 $E_{u50}$  -  $E_{u25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% ( Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $q_c$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
 Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983 )
- $M_o$  = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. :  $M_o$  -  $q_c$  - natura]  
 Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- $D_r$  = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)  
 [ correlazioni :  $D_r$  -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  (Schmertmann 1976 )]
- $\emptyset'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\emptyset'$  -  $D_r$  -  $q_c$  -  $\sigma'_{vo}$  )  
 $\emptyset'_{Ca}$  - Caquot (1948)  $\emptyset'_{Ko}$  - Koppejan (1948)  
 $\emptyset'_{DB}$  - De Beer (1965)  $\emptyset'_{Sc}$  - Schmertmann (1978)  
 $\emptyset'_{DM}$  - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.)  $\emptyset'_{Me}$  - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = fattore di liquefazione (F.L.1 = Sabbie Pulite, F.L.2 = Sabbie Limose)
- $V_s$  = velocità di propagazione delle onde sismiche ( Iyisan 1996 )

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****1**

Riferimento

**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 1**

U.M.: **MPa**

Data esec. 15/11/2006

Pagina 1  
Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	0.00										
0.40	0.0	0.0		0.00	133.00	0									
0.60	42.0	62.0		4.12	187.00	22	4.5								
0.80	48.0	76.0		4.70	160.00	30	3.3								
<b>1.00</b>	<b>60.0</b>	<b>84.0</b>		<b>5.88</b>	<b>147.00</b>	<b>41</b>	<b>2.5</b>								
1.20	66.0	88.0		6.47	173.00	38	2.6								
1.40	54.0	80.0		5.29	213.00	25	3.9								
1.60	34.0	66.0		3.33	240.00	14	7.1								
1.80	32.0	68.0		3.14	240.00	13	7.5								
<b>2.00</b>	<b>54.0</b>	<b>90.0</b>		<b>5.29</b>	<b>267.00</b>	<b>20</b>	<b>4.9</b>								
2.20	70.0	110.0		6.86	333.00	21	4.8								
2.40	70.0	120.0		6.86	267.00	26	3.8								
2.60	60.0	100.0		5.88	400.00	15	6.7								
2.80	60.0	120.0		5.88	213.00	28	3.6								
<b>3.00</b>	<b>28.0</b>	<b>60.0</b>		<b>2.74</b>	<b>240.00</b>	<b>12</b>	<b>8.6</b>								
3.20	28.0	64.0		2.74	240.00	12	8.6								
3.40	36.0	72.0		3.53	227.00	16	6.3								
3.60	34.0	68.0		3.33	320.00	11	9.4								
3.80	42.0	90.0		4.12	280.00	15	6.7								
<b>4.00</b>	<b>44.0</b>	<b>86.0</b>		<b>4.31</b>	<b>240.00</b>	<b>18</b>	<b>5.5</b>								
4.20	30.0	66.0		2.94	267.00	11	8.9								
4.40	32.0	72.0		3.14	253.00	13	7.9								
4.60	44.0	82.0		4.31	320.00	14	7.3								
4.80	52.0	100.0		5.10	293.00	18	5.6								
<b>5.00</b>	<b>36.0</b>	<b>80.0</b>		<b>3.53</b>	<b>333.00</b>	<b>11</b>	<b>9.3</b>								
5.20	30.0	80.0		2.94	280.00	11	9.3								
5.40	34.0	76.0		3.33	213.00	16	6.3								
5.60	32.0	64.0		3.14	213.00	15	6.7								
5.80	40.0	72.0		3.92	293.00	14	7.3								
<b>6.00</b>	<b>44.0</b>	<b>88.0</b>		<b>4.31</b>	<b>267.00</b>	<b>16</b>	<b>6.1</b>								
6.20	60.0	100.0		5.88	293.00	20	4.9								
6.40	36.0	80.0		3.53	293.00	12	8.1								
6.60	34.0	78.0		3.33	267.00	13	7.9								
6.80	40.0	80.0		3.92	267.00	15	6.7								
<b>7.00</b>	<b>46.0</b>	<b>86.0</b>		<b>4.51</b>	<b>213.00</b>	<b>22</b>	<b>4.6</b>								
7.20	40.0	72.0		3.92	227.00	18	5.7								
7.40	30.0	64.0		2.94	227.00	13	7.6								
7.60	32.0	66.0		3.14	200.00	16	6.3								
7.80	34.0	64.0		3.33	173.00	20	5.1								
<b>8.00</b>	<b>34.0</b>	<b>60.0</b>		<b>3.33</b>	<b>173.00</b>	<b>20</b>	<b>5.1</b>								
8.20	74.0	100.0		7.25	133.00	56	1.8								
8.40	30.0	50.0		2.94	213.00	14	7.1								
8.60	34.0	66.0		3.33	267.00	13	7.9								
8.80	32.0	72.0		3.14	200.00	16	6.3								
<b>9.00</b>	<b>380.0</b>	<b>410.0</b>		<b>37.24</b>	<b>200.00</b>	<b>190</b>	<b>0.5</b>								
9.20	420.0	450.0		41.16	133.00	316	0.3								
9.40	450.0	470.0		44.10											

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
 fs = resistenza laterale  
 0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**1****053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 1**

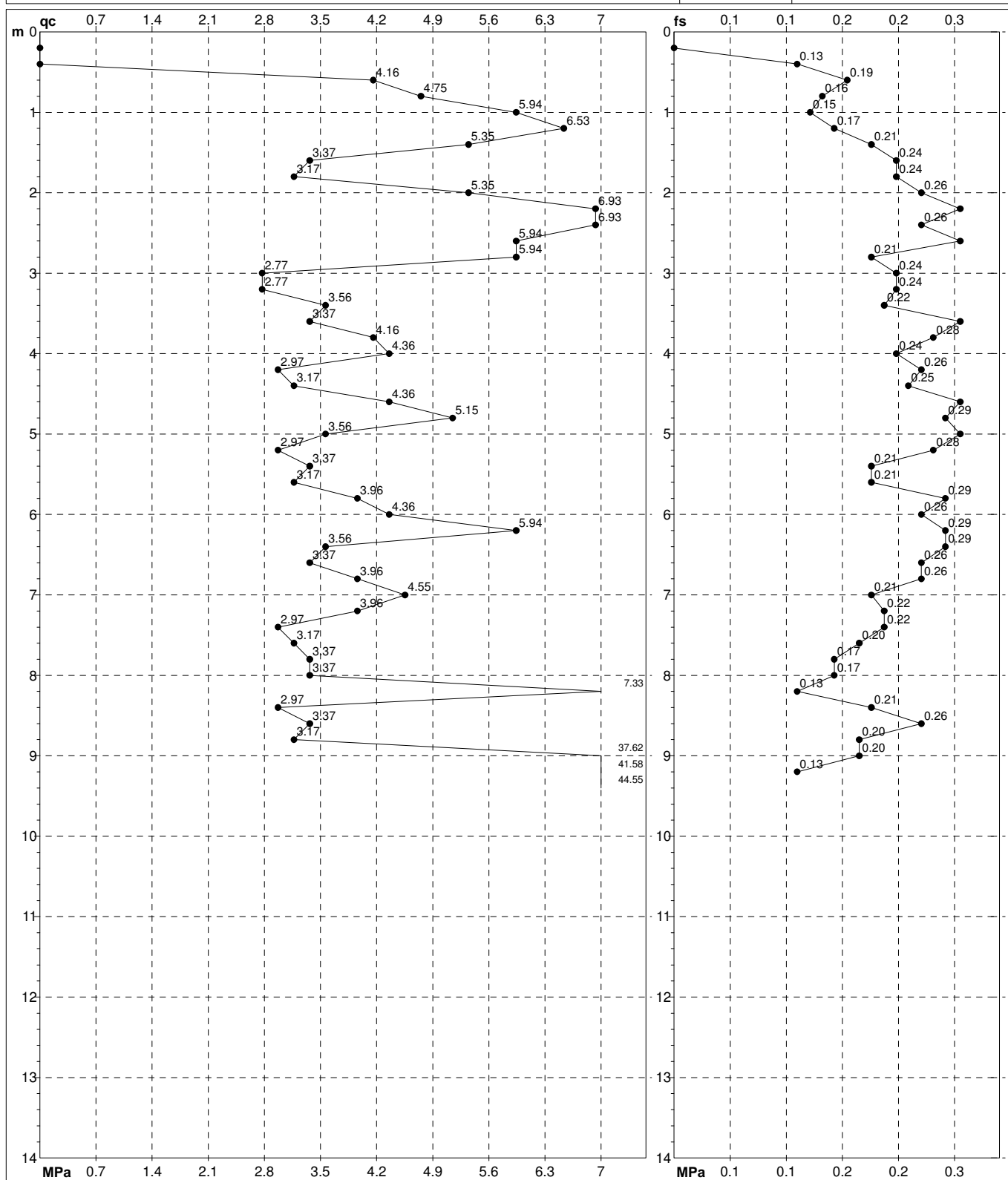
U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data eseg. **15/11/2006**

Quota inizio:

Falda

Assente



Penetrometro: SP200

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**1**

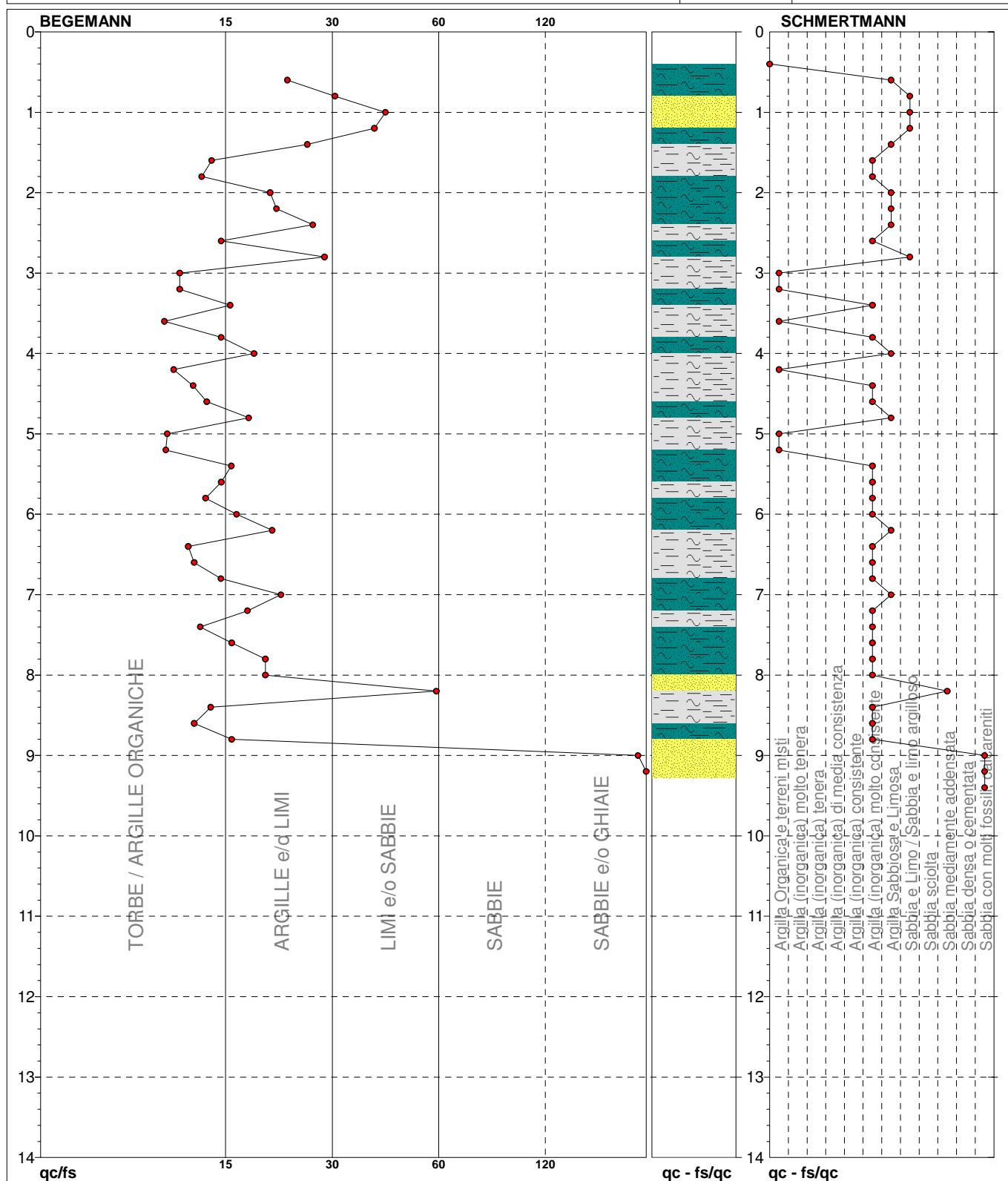
**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia autodromo 2006 1**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:70**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **15/11/2006**

Falda **Assente**



TORBE / ARGILLE OR	21 punti, 44.68%	Argilla Organica e terreni misti	6 punti, 12.77%	Argilla Sabbiosa e Limosa	9 punti, 19.15%
ARGILLE e/o LIMI	20 punti, 42.55%	Argilla (inorganica) molto consistente	22 punti, 46.81%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	4 punti, 8.51%
LIMI e/o SABBIE	3 punti, 6.38%			Sabbia mediamente addensata	1 punti, 2.13%
SABBIE e/o GHIAIE	2 punti, 4.26%			Sabbia con molti fossili, calcareniti	2 punti, 4.26%

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT****1**

Riferimento

**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 1**

U.M.: **MPa** Data eseg. **15/11/2006**  
 Pagina **1**  
 Elaborato **Falda Assente**

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE														
H m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'_{vo}$ kPa	Vs m/s	Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2			
0.20	--	--	???	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.40	--	--	???	1.85	7.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.60	4.12	22.46	4	1.85	10.9	226	137.2	99.9	23.3	35.0	12.3	96	43	39	37	34	43	30	6.9	10.3	12.3	--	--			
0.80	4.70	30.00	4	1.85	14.5	238	156.8	99.9	26.7	40.0	14.1	93	42	38	36	33	42	31	7.8	11.8	14.1	--	--			
1.00	5.88	40.82	3	1.85	18.1	259	--	--	--	--	--	96	43	38	36	33	42	32	9.8	14.7	17.6	--	--			
1.20	6.47	38.15	3	1.85	21.8	268	--	--	--	--	--	94	43	38	35	33	42	32	10.8	16.2	19.4	--	--			
1.40	5.29	25.35	4	1.85	25.4	249	176.4	70.8	30.0	45.0	15.9	84	41	36	34	31	40	31	8.8	13.2	15.9	--	--			
1.60	3.33	14.17	4	1.85	29.0	209	111.1	33.6	18.9	28.3	10.0	65	39	33	30	28	38	29	5.6	8.3	10.0	--	--			
1.80	3.14	13.33	4	1.85	32.6	204	104.5	26.9	17.8	26.7	9.4	60	38	32	30	28	37	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
2.00	5.29	20.22	4	1.85	36.3	249	176.4	45.4	30.0	45.0	15.9	75	40	35	32	30	39	31	8.8	13.2	15.9	--	--			
2.20	6.86	21.02	4	1.85	39.9	274	228.7	55.7	38.9	58.3	20.6	82	41	35	33	30	39	32	11.4	17.2	20.6	--	--			
2.40	6.86	26.22	4	1.85	43.5	274	228.7	50.0	38.9	58.3	20.6	80	41	35	32	30	39	32	11.4	17.2	20.6	--	--			
2.60	5.88	15.00	4	1.85	47.1	259	196.0	37.3	33.3	50.0	17.6	72	40	34	31	29	38	32	9.8	14.7	17.6	--	--			
2.80	5.88	28.17	4	1.85	50.8	259	196.0	34.0	33.3	50.0	17.6	70	40	33	31	29	38	32	9.8	14.7	17.6	--	--			
3.00	2.74	11.67	4	1.85	54.4	194	94.6	12.5	16.1	24.1	8.2	43	36	29	26	25	33	28	4.6	6.9	8.2	--	--			
3.20	2.74	11.67	4	1.85	58.0	194	94.6	11.6	16.1	24.1	8.2	41	36	29	26	24	33	28	4.6	6.9	8.2	--	--			
3.40	3.53	15.86	4	1.85	61.6	214	117.6	14.1	20.0	30.0	10.6	48	37	30	27	25	34	30	5.9	8.8	10.6	--	--			
3.60	3.33	10.63	4	1.85	65.3	209	111.1	12.2	18.9	28.3	10.0	45	37	29	26	25	33	29	5.6	8.3	10.0	--	--			
3.80	4.12	15.00	4	1.85	68.9	226	137.2	14.9	23.3	35.0	12.3	51	37	30	27	25	34	30	6.9	10.3	12.3	--	--			
4.00	4.31	18.33	4	1.85	72.5	230	143.7	14.8	24.4	36.7	12.9	51	37	30	27	25	34	31	7.2	10.8	12.9	--	--			
4.20	2.94	11.24	4	1.85	76.1	199	98.0	8.6	18.1	27.1	8.8	37	36	28	25	23	32	29	4.9	7.4	8.8	--	--			
4.40	3.14	12.65	4	1.85	79.8	204	104.5	8.8	18.9	28.3	9.4	38	36	28	25	23	32	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
4.60	4.31	13.75	4	1.85	83.4	230	143.7	12.4	24.4	36.7	12.9	48	37	29	26	25	33	31	7.2	10.8	12.9	--	--			
4.80	5.10	17.75	4	1.85	87.0	245	169.9	14.5	28.9	43.3	15.3	52	38	30	27	25	34	31	8.5	12.7	15.3	--	--			
5.00	3.53	10.81	4	1.85	90.7	214	117.6	8.7	21.5	32.2	10.6	39	36	28	25	23	32	30	5.9	8.8	10.6	--	--			
5.20	2.94	10.71	4	1.85	94.3	199	98.0	6.6	24.2	36.3	8.8	32	35	27	24	22	30	29	4.9	7.4	8.8	--	--			
5.40	3.33	15.96	4	1.85	97.9	209	111.1	7.4	24.1	36.2	10.0	35	35	27	24	23	31	29	5.6	8.3	10.0	--	--			
5.60	3.14	15.02	4	1.85	101.5	204	104.5	6.5	26.2	39.2	9.4	32	35	27	24	22	30	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
5.80	3.92	13.65	4	1.85	105.2	222	130.7	8.2	25.1	37.6	11.8	39	36	28	25	23	31	30	6.5	9.8	11.8	--	--			
6.00	4.31	16.48	4	1.85	108.8	230	143.7	8.9	25.8	38.7	12.9	41	36	28	25	23	32	31	7.2	10.8	12.9	--	--			
6.20	5.88	20.48	4	1.85	112.4	259	196.0	12.6	33.3	50.0	17.6	51	37	29	26	25	33	32	9.8	14.7	17.6	--	--			
6.40	3.53	12.29	4	1.85	116.0	214	117.6	6.4	30.1	45.1	10.6	33	35	27	24	22	30	30	5.9	8.8	10.6	--	--			
6.60	3.33	12.73	4	1.85	119.7	209	111.1	5.7	32.1	48.2	10.0	30	35	26	23	22	30	29	5.6	8.3	10.0	--	--			
6.80	3.92	14.98	4	1.85	123.3	222	130.7	6.8	31.3	47.0	11.8	35	35	27	24	22	31	30	6.5	9.8	11.8	--	--			
7.00	4.51	21.60	4	1.85	126.9	234	150.3	7.8	30.7	46.1	13.5	39	36	28	24	23	31	31	7.5	11.3	13.5	--	--			
7.20	3.92	17.62	4	1.85	130.5	222	130.7	6.3	34.0	51.1	11.8	34	35	27	23	22	30	30	6.5	9.8	11.8	--	--			
7.40	2.94	13.22	4	1.85	134.2	199	98.0	4.2	37.5	56.2	8.8	23	34	25	22	21	28	29	4.9	7.4	8.8	--	--			
7.60	3.14	16.00	4	1.85	137.8	204	104.5	4.4	38.4	57.7	9.4	25	34	25	22	21	29	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
7.80	3.33	19.65	4	1.85	141.4	209	111.1	4.6	39.4	59.0	10.0	26	34	25	22	21	29	29	5.6	8.3	10.0	--	--			
8.00	3.33	19.65	4	1.85	145.0	209	111.1	4.5	40.5	60.7	10.0	25	34	25	22	21	29	29	5.6	8.3	10.0	--	--			
8.20	7.25	55.64	3	1.85	148.7	280	--	--	--	--	--	51	37	29	26	24	33	32	12.1	18.1	21.8	--	--			
8.40	2.94	14.08	4	1.85	152.3	199	98.0	3.6	43.0	64.5	8.8	20	34	24	21	20	28	29	4.9	7.4	8.8	--	--			
8.60	3.33	12.73	4	1.85	155.9	209	111.1	4.1	43.5	65.3	10.0	24	34	25	22	20	28	29	5.6	8.3	10.0	--	--			
8.80	3.14	16.00	4	1.85	159.5	204	104.5	3.7	45.0	67.5	9.4	21	34	25	21	20	28	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
9.00	37.24	190.00	3	1.85	163.2	519	--	--	--	--	--	100	43	37	34	32	41	40	62.1	93.1	111.7	--	--			
9.20	41.16	315.79	3	1.85	166.8	539	--	--	--	--	--	100	43	37	34	32	41	40	68.6	102.9	123.5	--	--			
9.40	44.10	--	3	1.85	170.4	553	--	--	--	--	--	100	43	37	35	32	41	40	73.5	110.3	132.3	--	--			

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>2</b>
	Riferimento	<b>053-2020</b>

Committente	<b>Studio tecnico</b>	U.M.:	<b>MPa</b>	Data esec.	15/11/2006
Cantiere	<b>Studio del terreno di fondazione</b>	Pagina	1		
Località	<b>Marzaglia autodromo 2006 2</b>	Elaborato		Falda	Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	0.00										
0.40	0.0	0.0		0.00	133.00	0									
0.60	28.0	48.0		2.74	133.00	21	4.8								
0.80	32.0	52.0		3.14	147.00	22	4.6								
1.00	26.0	48.0		2.55	120.00	22	4.6								
1.20	34.0	52.0		3.33	160.00	21	4.7								
1.40	52.0	76.0		5.10	240.00	22	4.6								
1.60	44.0	80.0		4.31	240.00	18	5.5								
1.80	38.0	74.0		3.72	200.00	19	5.3								
2.00	32.0	62.0		3.14	187.00	17	5.8								
2.20	32.0	60.0		3.14	253.00	13	7.9								
2.40	34.0	72.0		3.33	227.00	15	6.7								
2.60	30.0	64.0		2.94	267.00	11	8.9								
2.80	34.0	74.0		3.33	200.00	17	5.9								
3.00	24.0	54.0		2.35	200.00	12	8.3								
3.20	28.0	58.0		2.74	160.00	18	5.7								
3.40	30.0	54.0		2.94	160.00	19	5.3								
3.60	26.0	50.0		2.55	160.00	16	6.2								
3.80	26.0	50.0		2.55	107.00	24	4.1								
4.00	18.0	34.0		1.76	93.00	19	5.2								
4.20	20.0	34.0		1.96	67.00	30	3.4								
4.40	12.0	22.0		1.18	80.00	15	6.7								
4.60	14.0	26.0		1.37	93.00	15	6.6								
4.80	20.0	34.0		1.96	107.00	19	5.4								
5.00	26.0	42.0		2.55	80.00	33	3.1								
5.20	30.0	42.0		2.94	133.00	23	4.4								
5.40	28.0	48.0		2.74	147.00	19	5.3								
5.60	32.0	54.0		3.14	173.00	18	5.4								
5.80	36.0	62.0		3.53	147.00	24	4.1								
6.00	38.0	60.0		3.72	187.00	20	4.9								
6.20	30.0	58.0		2.94	173.00	17	5.8								
6.40	32.0	58.0		3.14	160.00	20	5.0								
6.60	38.0	62.0		3.72	187.00	20	4.9								
6.80	44.0	72.0		4.31	213.00	21	4.8								
7.00	46.0	78.0		4.51	213.00	22	4.6								
7.20	28.0	60.0		2.74	120.00	23	4.3								
7.40	26.0	44.0		2.55	53.00	49	2.0								
7.60	26.0	34.0		2.55	80.00	33	3.1								
7.80	26.0	38.0		2.55	53.00	49	2.0								
8.00	32.0	40.0		3.14	133.00	24	4.2								
8.20	500.0	520.0		49.00	200.00	250	0.4								
8.40	500.0	530.0		49.00											

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
 fs = resistenza laterale  
 0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

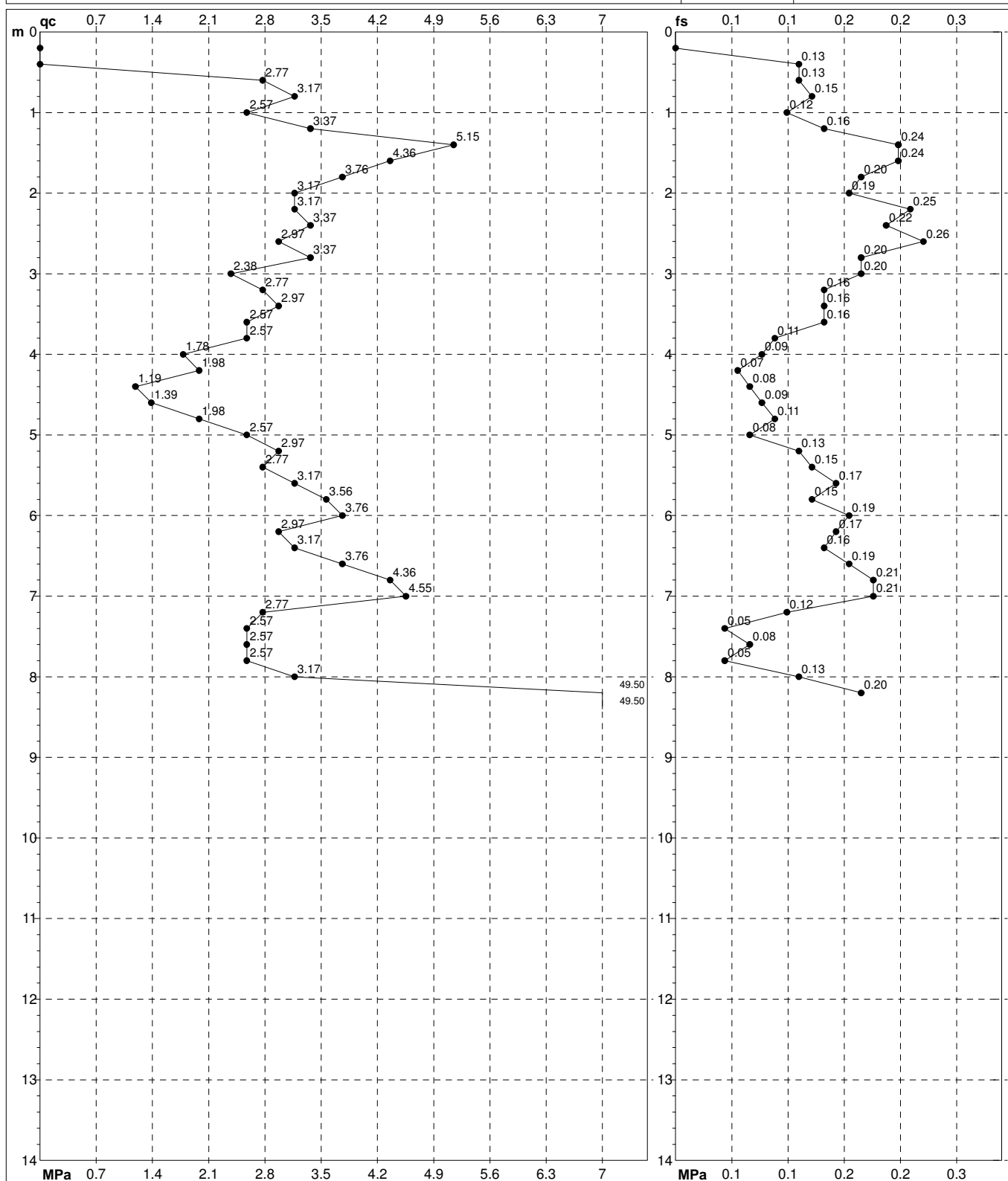
Riferimento

**2****053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 2**

U.M.: **MPa**  
 Scala: 1:70  
 Pagina 1  
 Elaborato

Data esec. 15/11/2006  
 Quota inizio:  
 Falda Assente



Penetrometro: SP200

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**2**

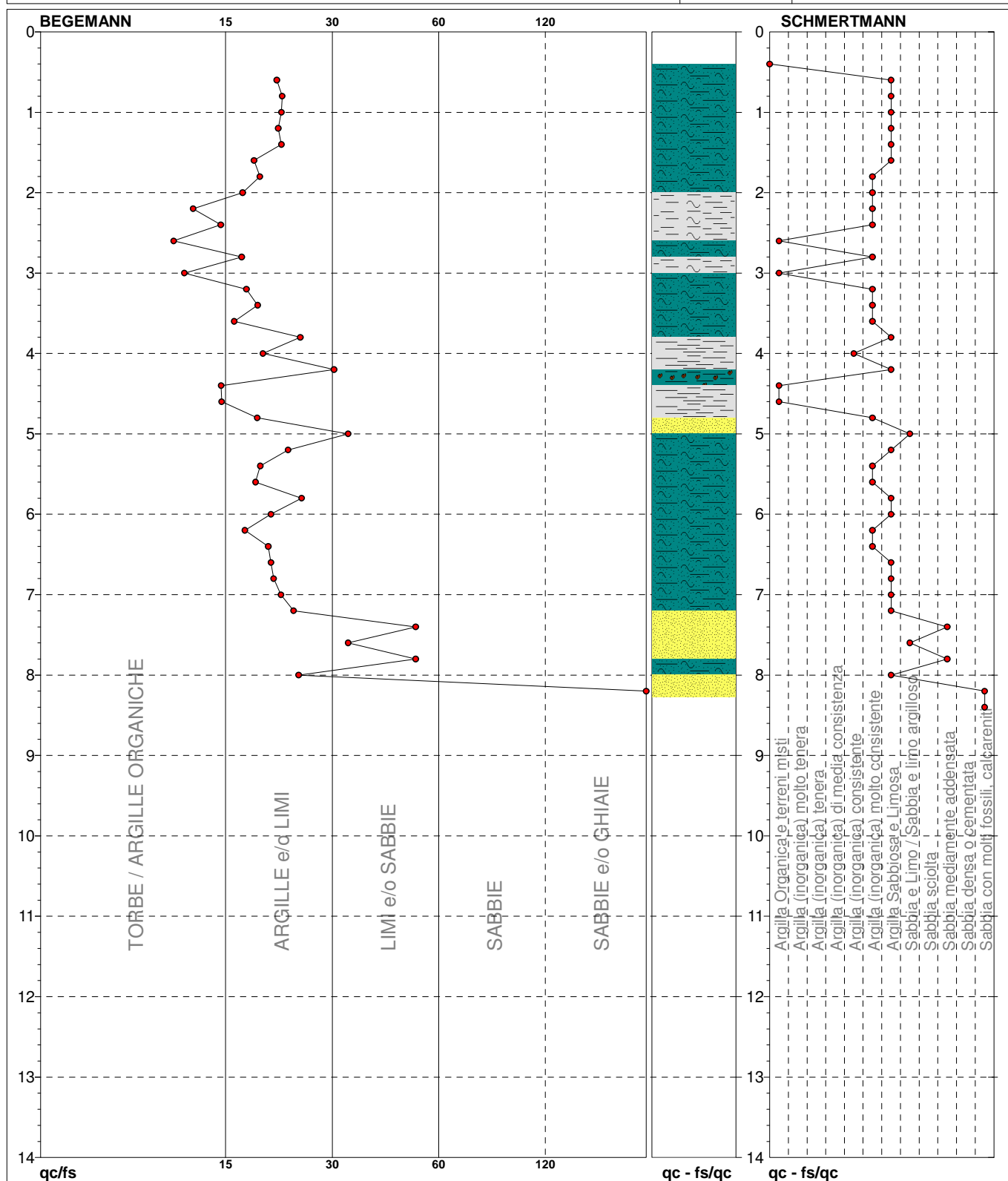
**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia autodromo 2006 2**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:70**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **15/11/2006**

Falda **Assente**



TORBE / ARGILLE OR	7 punti, 16.67%	Argilla Organica e terreni misti	4 punti, 9.52%	Argilla Sabbiosa e Limosa	16 punti, 38.10%
ARGILLE e/o LIMI	29 punti, 69.05%	Argilla (inorganica) consistente	1 punti, 2.38%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	2 punti, 4.76%
LIMI e/o SABBIE	4 punti, 9.52%	Argilla (inorganica) molto consistente	13 punti, 30.95%	Sabbia mediamente addensata	2 punti, 4.76%
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 2.38%			Sabbia con molti fossili, calcareniti	1 punti, 2.38%

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT****2**

Riferimento

**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 2**

U.M.: **MPa** Data esec. **15/11/2006**  
 Pagina **1**  
 Elaborato **Falda Assente**

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	???	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	--	--	???	1.85	7.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	2.74	21.05	4	1.85	10.9	194	94.6	93.8	16.1	24.1	8.2	82	41	37	35	32	41	28	4.6	6.9	8.2	--	--
0.80	3.14	21.77	4	1.85	14.5	204	104.5	74.1	17.8	26.7	9.4	79	41	36	34	31	40	29	5.2	7.8	9.4	--	--
1.00	2.55	21.67	4	1.85	18.1	189	91.0	47.2	15.5	23.2	7.6	67	39	34	32	29	39	28	4.2	6.4	7.6	--	--
1.20	3.33	21.25	4	1.85	21.8	209	111.1	48.2	18.9	28.3	10.0	72	40	35	32	30	39	29	5.6	8.3	10.0	--	--
1.40	5.10	21.67	4	1.85	25.4	245	169.9	67.6	28.9	43.3	15.3	82	41	36	33	31	40	31	8.5	12.7	15.3	--	--
1.60	4.31	18.33	4	1.85	29.0	230	143.7	46.4	24.4	36.7	12.9	73	40	35	32	30	39	31	7.2	10.8	12.9	--	--
1.80	3.72	19.00	4	1.85	32.6	218	124.1	33.4	21.1	31.7	11.2	66	39	33	30	28	38	30	6.2	9.3	11.2	--	--
2.00	3.14	17.11	4	1.85	36.3	204	104.5	23.6	17.8	26.7	9.4	57	38	32	29	27	36	29	5.2	7.8	9.4	--	--
2.20	3.14	12.65	4	1.85	39.9	204	104.5	20.9	17.8	26.7	9.4	55	38	31	28	27	36	29	5.2	7.8	9.4	--	--
2.40	3.33	14.98	4	1.85	43.5	209	111.1	20.3	18.9	28.3	10.0	55	38	31	28	27	35	29	5.6	8.3	10.0	--	--
2.60	2.94	11.24	4	1.85	47.1	199	98.0	15.7	16.7	25.0	8.8	48	37	30	27	26	34	29	4.9	7.4	8.8	--	--
2.80	3.33	17.00	4	1.85	50.8	209	111.1	16.7	18.9	28.3	10.0	51	37	31	28	26	35	29	5.6	8.3	10.0	--	--
3.00	2.35	12.00	4	1.85	54.4	183	87.1	11.3	14.8	22.2	7.1	37	36	28	25	24	32	28	3.9	5.9	7.1	--	--
3.20	2.74	17.50	4	1.85	58.0	194	94.6	11.6	16.1	24.1	8.2	41	36	29	26	24	33	28	4.6	6.9	8.2	--	--
3.40	2.94	18.75	4	1.85	61.6	199	98.0	11.2	16.7	25.0	8.8	42	36	29	26	24	33	29	4.9	7.4	8.8	--	--
3.60	2.55	16.25	4	1.85	65.3	189	91.0	9.5	15.7	23.5	7.6	36	36	28	25	23	32	28	4.2	6.4	7.6	--	--
3.80	2.55	24.30	4	1.85	68.9	189	91.0	8.9	16.3	24.5	7.6	34	35	28	25	23	31	28	4.2	6.4	7.6	--	--
4.00	1.76	19.35	2	1.85	72.5	164	73.5	6.4	18.8	28.2	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.20	1.96	29.85	4	1.85	76.1	171	78.4	6.5	19.6	29.4	5.9	23	34	26	23	21	29	27	3.3	4.9	5.9	--	--
4.40	1.18	15.00	2	1.85	79.8	141	56.0	4.0	22.3	33.4	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.60	1.37	15.05	2	1.85	83.4	150	62.4	4.4	23.3	34.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.80	1.96	18.69	4	1.85	87.0	171	78.4	5.5	23.6	35.4	5.9	20	34	25	22	21	29	27	3.3	4.9	5.9	--	--
5.00	2.55	32.50	3	1.85	90.7	189	--	--	--	--	--	28	35	26	23	22	30	28	4.2	6.4	7.6	--	--
5.20	2.94	22.56	4	1.85	94.3	199	98.0	6.6	24.2	36.3	8.8	32	35	27	24	22	30	29	4.9	7.4	8.8	--	--
5.40	2.74	19.05	4	1.85	97.9	194	94.6	6.0	25.9	38.8	8.2	28	35	26	23	22	30	28	4.6	6.9	8.2	--	--
5.60	3.14	18.50	4	1.85	101.5	204	104.5	6.5	26.2	39.2	9.4	32	35	27	24	22	30	29	5.2	7.8	9.4	--	--
5.80	3.53	24.49	4	1.85	105.2	214	117.6	7.2	26.1	39.1	10.6	35	35	27	24	23	31	30	5.9	8.8	10.6	--	--
6.00	3.72	20.32	4	1.85	108.8	218	124.1	7.4	26.7	40.1	11.2	36	36	27	24	23	31	30	6.2	9.3	11.2	--	--
6.20	2.94	17.34	4	1.85	112.4	199	98.0	5.3	30.7	46.1	8.8	27	35	26	23	21	29	29	4.9	7.4	8.8	--	--
6.40	3.14	20.00	4	1.85	116.0	204	104.5	5.5	31.4	47.1	9.4	29	35	26	23	22	30	29	5.2	7.8	9.4	--	--
6.60	3.72	20.32	4	1.85	119.7	218	124.1	6.6	30.7	46.1	11.2	34	35	27	24	22	30	30	6.2	9.3	11.2	--	--
6.80	4.31	20.66	4	1.85	123.3	230	143.7	7.6	30.0	45.1	12.9	38	36	27	24	23	31	31	7.2	10.8	12.9	--	--
7.00	4.51	21.60	4	1.85	126.9	234	150.3	7.8	30.7	46.1	13.5	39	36	28	24	23	31	31	7.5	11.3	13.5	--	--
7.20	2.74	23.33	4	1.85	130.5	194	94.6	4.2	36.5	54.7	8.2	21	34	25	22	20	28	28	4.6	6.9	8.2	--	--
7.40	2.55	49.06	3	1.85	134.2	189	--	--	--	--	--	18	33	24	21	20	28	28	4.2	6.4	7.6	--	--
7.60	2.55	32.50	3	1.85	137.8	189	--	--	--	--	--	17	33	24	21	20	28	28	4.2	6.4	7.6	--	--
7.80	2.55	49.06	3	1.85	141.4	189	--	--	--	--	--	17	33	24	21	20	27	28	4.2	6.4	7.6	--	--
8.00	3.14	24.06	4	1.85	145.0	204	104.5	4.2	40.5	60.8	9.4	23	34	25	22	21	28	29	5.2	7.8	9.4	--	--
8.20	49.00	250.00	3	1.85	148.7	576	--	--	--	--	--	100	43	39	36	33	42	40	81.7	122.5	147.0	--	--
8.40	49.00	--	3	1.85	152.3	576	--	--	--	--	--	100	43	38	36	33	42	40	81.7	122.5	147.0	--	--



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****3**

Riferimento

**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 3**

U.M.: **MPa**

Data esec. 15/11/2006

 Pagina 1  
 Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	0.00										
0.40	0.0	0.0		0.00	53.00	0									
0.60	22.0	30.0		2.16	107.00	21	4.9								
0.80	26.0	42.0		2.55	253.00	10	9.7								
<b>1.00</b>	<b>30.0</b>	<b>68.0</b>		<b>2.94</b>	<b>320.00</b>	<b>9</b>	<b>10.7</b>								
1.20	32.0	80.0		3.14	253.00	13	7.9								
1.40	62.0	100.0		6.08	267.00	23	4.3								
1.60	80.0	120.0		7.84	133.00	60	1.7								
1.80	400.0	420.0		39.20	133.00	301	0.3								
<b>2.00</b>	<b>450.0</b>	<b>470.0</b>		<b>44.10</b>											

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
 fs = resistenza laterale  
 0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT****3**

Riferimento

**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 3**

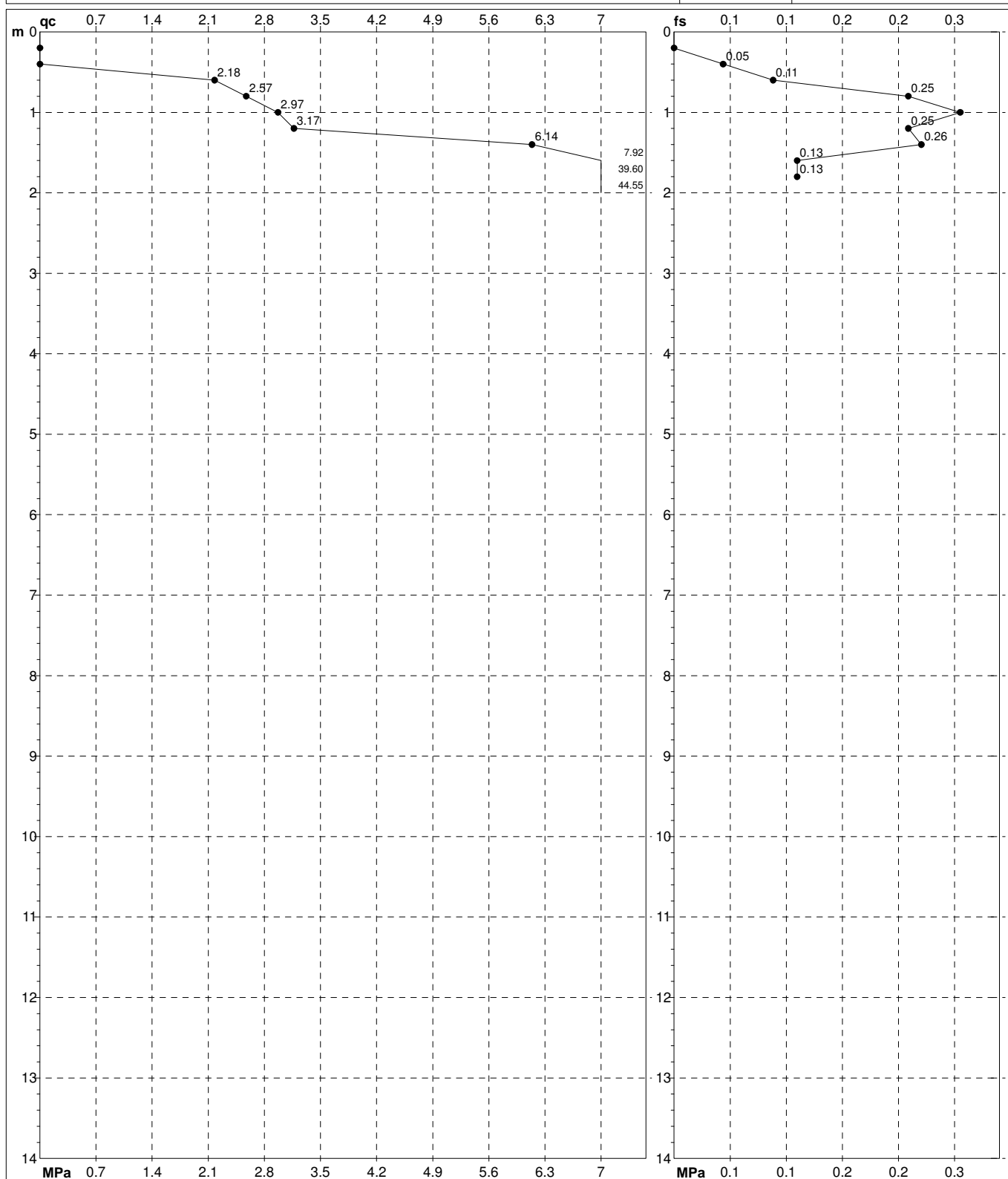
U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data esec. **15/11/2006**

Quota inizio:

Falda

Assente



Penetrometro: SP200

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**3**

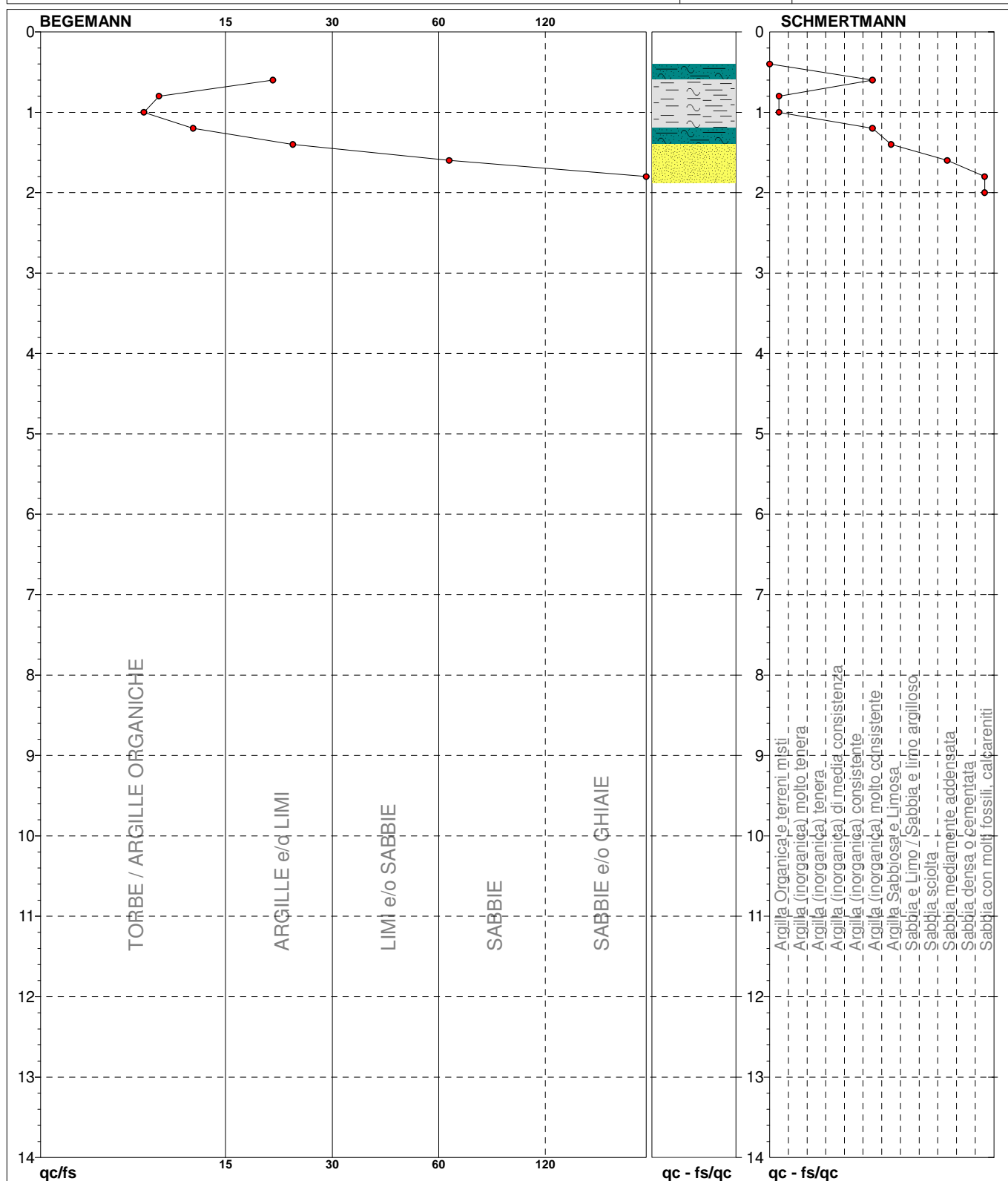
**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia autodromo 2006 3**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:70**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **15/11/2006**

Falda **Assente**



TORBE / ARGILLE OR	5 punti, 50.00%	Argilla Organica e terreni misti	2 punti, 20.00%	Argilla Sabbiosa e Limosa	1 punti, 10.00%
ARGILLE e/o LIMI	2 punti, 20.00%	Argilla (inorganica) molto consistente	2 punti, 20.00%	Sabbia mediamente addensata	1 punti, 10.00%
SABBIE	1 punti, 10.00%			Sabbia con molti fossili, calcareniti	1 punti, 10.00%
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 10.00%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	3
	Riferimento	053-2020

Committente	Studio tecnico	U.M.:	MPa	Data esec.	15/11/2006
Cantiere	Studio del terreno di fondazione	Pagina	1		
Località	Marzaglia autodromo 2006 3	Elaborato		Falda	Assente

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	???	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	--	--	???	1.85	7.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	2.16	20.56	4	1.85	10.9	177	82.9	79.5	14.1	21.1	6.5	74	40	36	33	31	40	28	3.6	5.4	6.5	--	--
0.80	2.55	10.28	4	1.85	14.5	189	91.0	62.3	15.5	23.2	7.6	72	40	35	33	31	40	28	4.2	6.4	7.6	--	--
1.00	2.94	9.38	4	1.85	18.1	199	98.0	51.7	16.7	25.0	8.8	72	40	35	32	30	39	29	4.9	7.4	8.8	--	--
1.20	3.14	12.65	4	1.85	21.8	204	104.5	44.7	17.8	26.7	9.4	70	40	34	32	30	39	29	5.2	7.8	9.4	--	--
1.40	6.08	23.22	4	1.85	25.4	262	202.5	84.2	34.4	51.6	18.2	89	42	37	34	32	41	32	10.1	15.2	18.2	--	--
1.60	7.84	60.15	3	1.85	29.0	289	--	--	--	--	--	94	43	38	35	33	41	33	13.1	19.6	23.5	--	--
1.80	39.20	300.75	3	1.85	32.6	529	--	--	--	--	--	100	43	45	43	40	45	40	65.3	98.0	117.6	--	--
2.00	44.10	--	3	1.85	36.3	553	--	--	--	--	--	100	43	45	43	40	45	40	73.5	110.3	132.3	--	--

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT****4**

Riferimento

**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 4**

U.M.: **MPa**

Data esec. 15/11/2006

 Pagina 1  
 Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	0.00										
0.40	0.0	0.0		0.00	40.00	0									
0.60	8.0	14.0		0.78	93.00	9	11.6								
0.80	18.0	32.0		1.76	80.00	23	4.4								
<b>1.00</b>	<b>30.0</b>	<b>42.0</b>		<b>2.94</b>	<b>107.00</b>	<b>28</b>	<b>3.6</b>								
1.20	26.0	42.0		2.55	120.00	22	4.6								
1.40	22.0	40.0		2.16	107.00	21	4.9								
1.60	20.0	36.0		1.96	93.00	22	4.7								
1.80	18.0	32.0		1.76	80.00	23	4.4								
<b>2.00</b>	<b>50.0</b>	<b>62.0</b>		<b>4.90</b>	<b>133.00</b>	<b>38</b>	<b>2.7</b>								
2.20	240.0	260.0		23.52	133.00	180	0.6								
2.40	400.0	420.0		39.20	200.00	200	0.5								
2.60	450.0	480.0		44.10											

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
 fs = resistenza laterale  
       0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT****4**

Riferimento

**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 4**

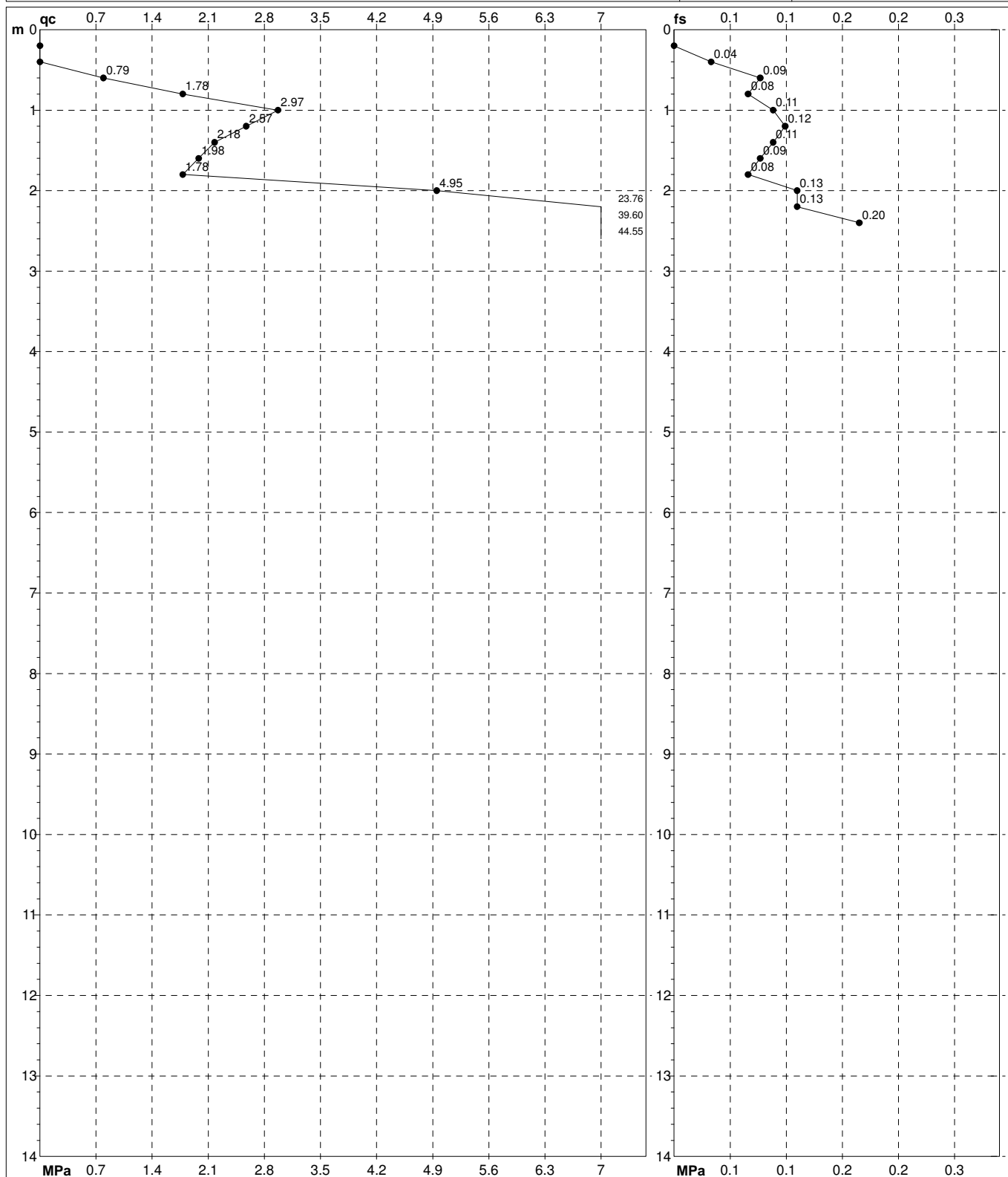
U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data esec. **15/11/2006**

Quota inizio:

Falda

Assente



Penetrometro: SP200

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

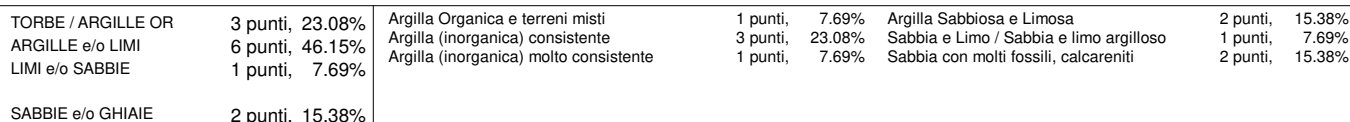
FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820



**053-2020**

U.M.: <b>MPa</b>	Data eseg.	15/11/2006
Scala: 1:70		
Pagina 1		
Elaborato	Falda	Assente



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	4
	Riferimento	053-2020

Committente	Studio tecnico	U.M.:	MPa	Data esec.	15/11/2006
Cantiere	Studio del terreno di fondazione	Pagina	1		
Località	Marzaglia autodromo 2006 4	Elaborato		Falda	Assente

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	???	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	--	--	???	1.85	7.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	0.78	8.60	2	1.85	10.9	121	39.2	31.2	6.7	10.0	3.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	1.76	22.50	2	1.85	14.5	164	73.5	47.7	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	2.94	28.04	4	1.85	18.1	199	98.0	51.7	16.7	25.0	8.8	72	40	35	32	30	39	29	4.9	7.4	8.8	--	--
1.20	2.55	21.67	4	1.85	21.8	189	91.0	37.6	15.5	23.2	7.6	62	39	33	31	29	38	28	4.2	6.4	7.6	--	--
1.40	2.16	20.56	4	1.85	25.4	177	82.9	27.6	14.1	21.1	6.5	53	38	32	29	27	36	28	3.6	5.4	6.5	--	--
1.60	1.96	21.51	4	1.85	29.0	171	78.4	21.8	13.3	20.0	5.9	46	37	31	28	26	35	27	3.3	4.9	5.9	--	--
1.80	1.76	22.50	2	1.85	32.6	164	73.5	17.3	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	4.90	37.59	3	1.85	36.3	242	--	--	--	--	--	72	40	34	31	29	38	31	8.2	12.3	14.7	--	--
2.20	23.52	180.45	3	1.85	39.9	437	--	--	--	--	--	100	43	41	39	36	45	39	39.2	58.8	70.6	--	--
2.40	39.20	200.00	3	1.85	43.5	529	--	--	--	--	--	100	43	44	41	38	45	40	65.3	98.0	117.6	--	--
2.60	44.10	--	3	1.85	47.1	553	--	--	--	--	--	100	43	44	41	38	45	40	73.5	110.3	132.3	--	--

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT**

Riferimento

**5****053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 5**

U.M.: **MPa**

Data esec. 15/11/2006

Pagina 1  
Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	0.00										
0.40	0.0	0.0		0.00	67.00	0									
0.60	16.0	26.0		1.57	107.00	15	6.7								
0.80	24.0	40.0		2.35	200.00	12	8.3								
<b>1.00</b>	<b>80.0</b>	<b>110.0</b>		<b>7.84</b>	<b>333.00</b>	<b>24</b>	<b>4.2</b>								
1.20	100.0	150.0		9.80	400.00	25	4.0								
1.40	120.0	180.0		11.76	200.00	60	1.7								
1.60	450.0	480.0		44.10	200.00	225	0.4								
1.80	480.0	510.0		47.04											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**5****053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 5**

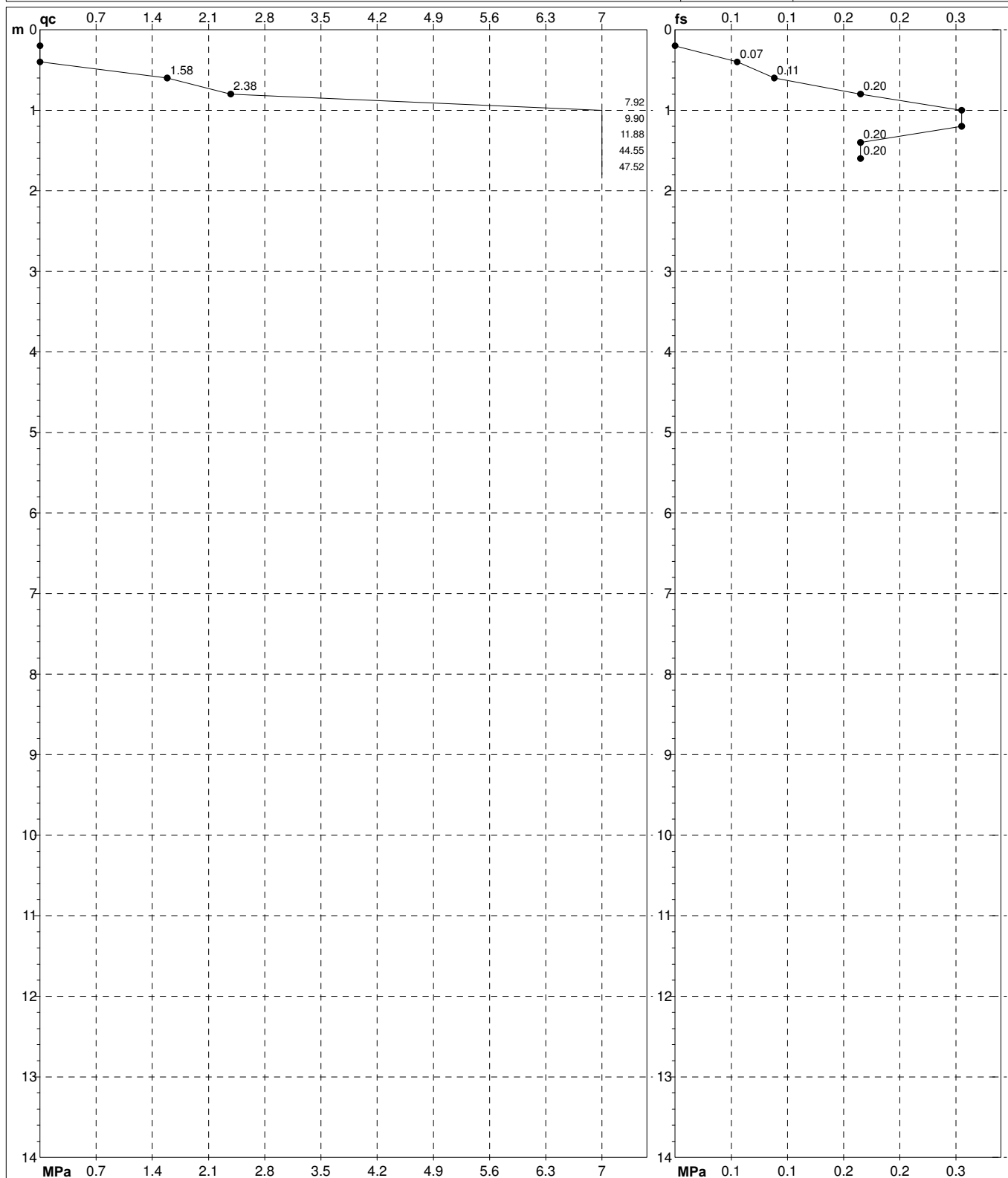
U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data eseg. **15/11/2006**

Quota inizio:

Falda

Assente



Penetrometro: SP200

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**5**

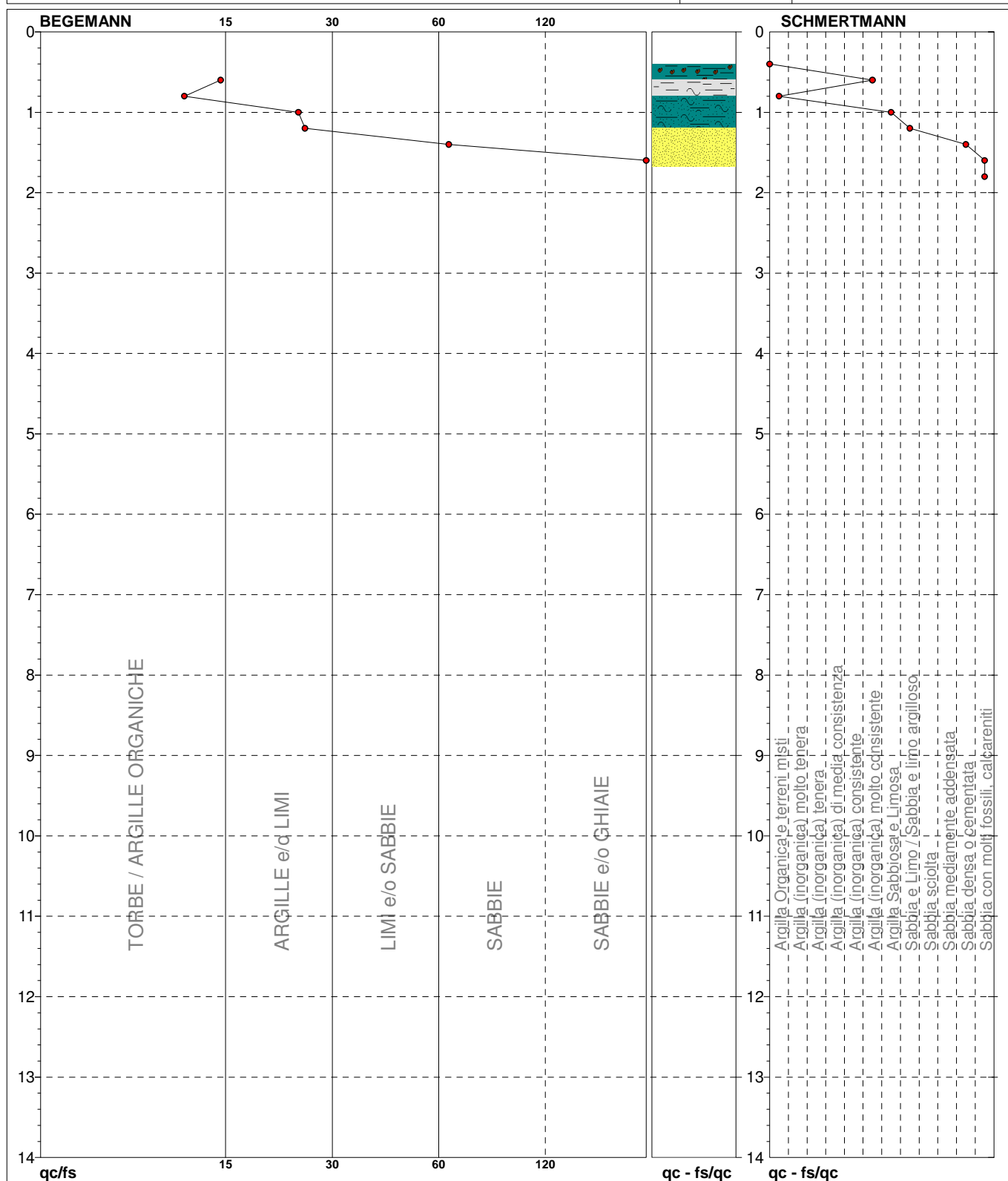
**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia autodromo 2006 5**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:70**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **15/11/2006**

Falda **Assente**



TORBE / ARGILLE OR	4 punti, 44.44%	Argilla Organica e terreni misti	1 punti, 11.11%	Argilla Sabbiosa e Limosa	1 punti, 11.11%
ARGILLE e/o LIMI	2 punti, 22.22%	Argilla (inorganica) molto consistente	1 punti, 11.11%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	1 punti, 11.11%
LIMI e/o SABBIE	1 punti, 11.11%			Sabbia densa o cementata	1 punti, 11.11%
				Sabbia con molti fossili, calcareniti	1 punti, 11.11%
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 11.11%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	5
	Riferimento	053-2020

Committente	Studio tecnico	U.M.:	MPa	Data esec.	15/11/2006
Cantiere	Studio del terreno di fondazione	Pagina	1		
Località	Marzaglia autodromo 2006 5	Elaborato		Falda	Assente

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	???	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	--	--	???	1.85	7.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	1.57	14.95	2	1.85	10.9	157	68.2	62.3	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	2.35	12.00	4	1.85	14.5	183	87.1	59.0	14.8	22.2	7.1	70	40	35	32	30	39	28	3.9	5.9	7.1	--	--
1.00	7.84	24.02	4	1.85	18.1	289	261.3	99.9	44.4	66.6	23.5	100	43	40	37	35	43	33	13.1	19.6	23.5	--	--
1.20	9.80	25.00	4	1.85	21.8	314	326.7	99.9	55.5	83.3	29.4	100	43	40	38	35	43	34	16.3	24.5	29.4	--	--
1.40	11.76	60.00	3	1.85	25.4	336	--	--	--	--	--	100	43	40	38	35	44	35	19.6	29.4	35.3	--	--
1.60	44.10	225.00	3	1.85	29.0	553	--	--	--	--	--	100	43	46	44	41	45	40	73.5	110.3	132.3	--	--
1.80	47.04	--	3	1.85	32.6	567	--	--	--	--	--	100	43	46	44	41	45	40	78.4	117.6	141.1	--	--



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

**CPT**

Riferimento

**6****053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 6**

U.M.: **MPa**

Data esec. 15/11/2006

 Pagina 1  
 Elaborato

Falda Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	0.00										
0.40	0.0	0.0		0.00	67.00	0									
0.60	14.0	24.0		1.37	80.00	18	5.7								
0.80	22.0	34.0		2.16	147.00	15	6.7								
<b>1.00</b>	<b>22.0</b>	<b>44.0</b>		<b>2.16</b>	<b>160.00</b>	<b>14</b>	<b>7.3</b>								
1.20	26.0	50.0		2.55	93.00	28	3.6								
1.40	16.0	30.0		1.57	147.00	11	9.2								
1.60	20.0	42.0		1.96	120.00	17	6.0								
1.80	28.0	46.0		2.74	120.00	23	4.3								
<b>2.00</b>	<b>28.0</b>	<b>46.0</b>		<b>2.74</b>	<b>200.00</b>	<b>14</b>	<b>7.1</b>								
2.20	32.0	62.0		3.14	160.00	20	5.0								
2.40	26.0	50.0		2.55	160.00	16	6.2								
2.60	24.0	48.0		2.35	133.00	18	5.5								
2.80	24.0	44.0		2.35	107.00	22	4.5								
<b>3.00</b>	<b>26.0</b>	<b>42.0</b>		<b>2.55</b>	<b>160.00</b>	<b>16</b>	<b>6.2</b>								
3.20	30.0	54.0		2.94	160.00	19	5.3								
3.40	36.0	60.0		3.53	173.00	21	4.8								
3.60	30.0	56.0		2.94	173.00	17	5.8								
3.80	28.0	54.0		2.74	120.00	23	4.3								
<b>4.00</b>	<b>24.0</b>	<b>42.0</b>		<b>2.35</b>	<b>120.00</b>	<b>20</b>	<b>5.0</b>								
4.20	20.0	38.0		1.96	120.00	17	6.0								
4.40	22.0	40.0		2.16	133.00	17	6.0								
4.60	26.0	46.0		2.55	147.00	18	5.7								
4.80	28.0	50.0		2.74	160.00	18	5.7								
<b>5.00</b>	<b>28.0</b>	<b>52.0</b>		<b>2.74</b>	<b>147.00</b>	<b>19</b>	<b>5.3</b>								
5.20	26.0	48.0		2.55	147.00	18	5.7								
5.40	28.0	50.0		2.74	147.00	19	5.3								
5.60	30.0	52.0		2.94	173.00	17	5.8								
5.80	32.0	58.0		3.14	200.00	16	6.3								
<b>6.00</b>	<b>50.0</b>	<b>80.0</b>		<b>4.90</b>	<b>253.00</b>	<b>20</b>	<b>5.1</b>								
6.20	54.0	92.0		5.29	280.00	19	5.2								
6.40	48.0	90.0		4.70	293.00	16	6.1								
6.60	56.0	100.0		5.49	253.00	22	4.5								
6.80	62.0	100.0		6.08	240.00	26	3.9								
<b>7.00</b>	<b>54.0</b>	<b>90.0</b>		<b>5.29</b>	<b>227.00</b>	<b>24</b>	<b>4.2</b>								
7.20	46.0	80.0		4.51	200.00	23	4.3								
7.40	30.0	60.0		2.94	80.00	38	2.7								
7.60	32.0	44.0		3.14	107.00	30	3.3								
7.80	26.0	42.0		2.55	80.00	33	3.1								
<b>8.00</b>	<b>22.0</b>	<b>34.0</b>		<b>2.16</b>	<b>160.00</b>	<b>14</b>	<b>7.3</b>								
8.20	24.0	48.0		2.35	133.00	18	5.5								
8.40	300.0	320.0		29.40	200.00	150	0.7								
8.60	450.0	480.0		44.10											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta

fs = resistenza laterale

0.20 m sopra quota qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

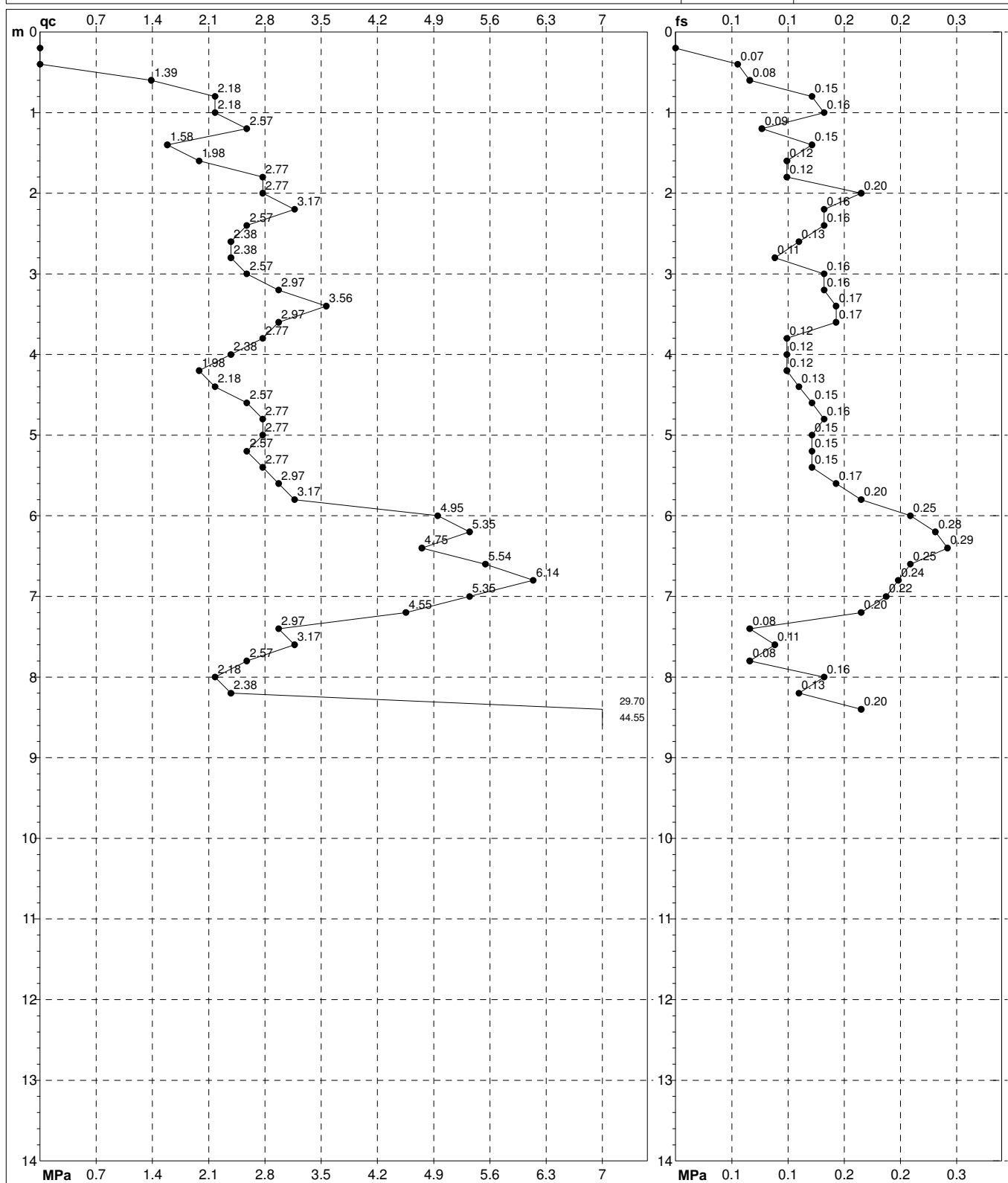
**6****053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 6**

U.M.: **MPa**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**  
 Elaborato

Data esec. **15/11/2006**

Quota inizio:

Falda **Assente**

Penetrometro: SP200

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**6**

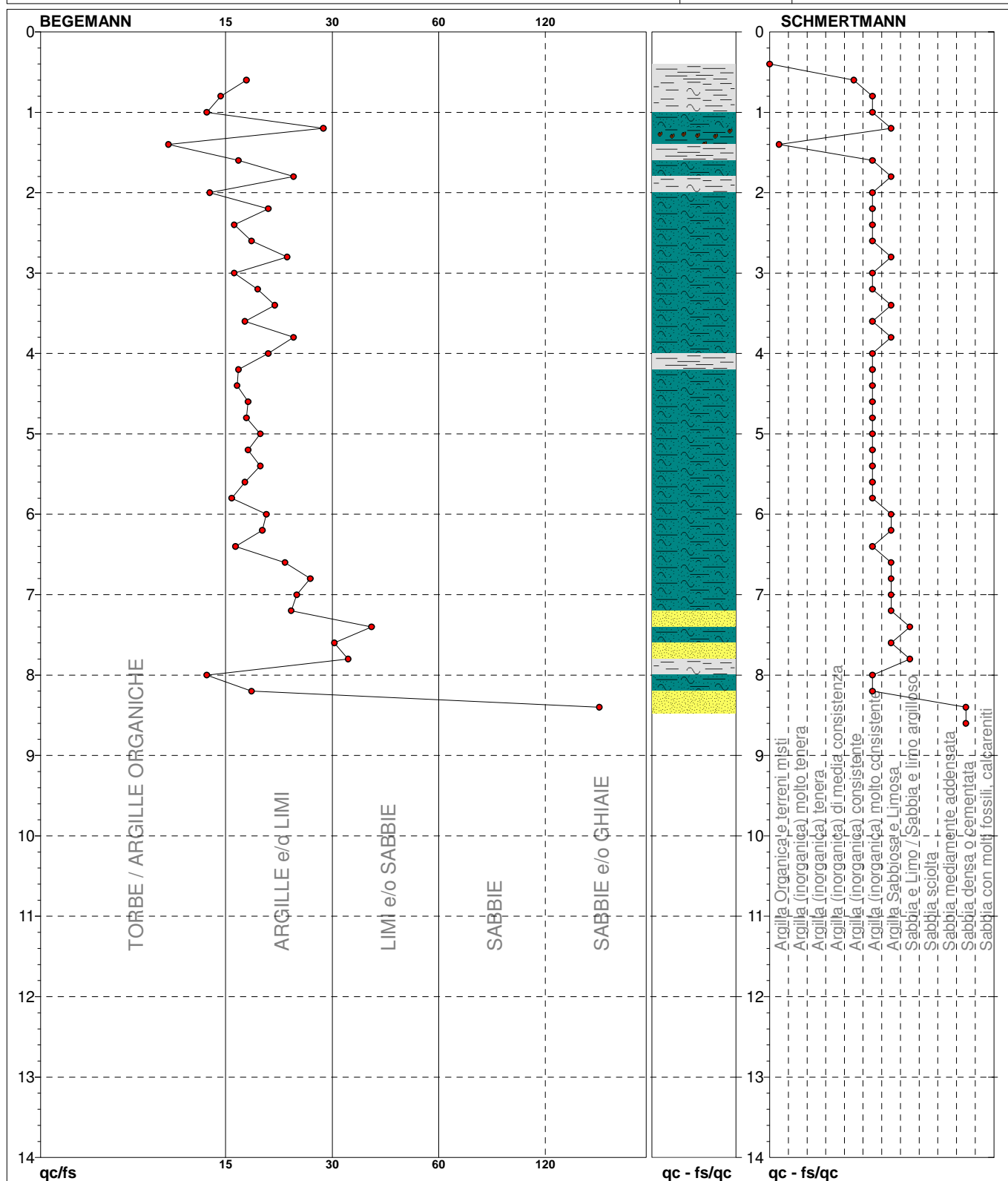
**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia autodromo 2006 6**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:70**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **15/11/2006**

Falda **Assente**



TORBE / ARGILLE OR	7 punti, 16.28%	Argilla Organica e terreni misti	1 punti, 2.33%	Argilla Sabbiosa e Limosa	12 punti, 27.91%
ARGILLE e/o LIMI	32 punti, 74.42%	Argilla (inorganica) consistente	1 punti, 2.33%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	2 punti, 4.65%
LIMI e/o SABBIE	2 punti, 4.65%	Argilla (inorganica) molto consistente	23 punti, 53.49%	Sabbia densa o cementata	1 punti, 2.33%
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 2.33%				

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**

Riferimento

**6****053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 6**

U.M.: **MPa** Data esec. **15/11/2006**  
 Pagina **1**  
 Elaborato **Falda Assente**

H m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'_{vo}$ kPa	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2
0.20	--	--	???	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	--	--	???	1.85	7.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	1.37	17.50	2	1.85	10.9	150	62.4	55.7	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	2.16	14.97	4	1.85	14.5	177	82.9	55.5	14.1	21.1	6.5	67	39	35	32	30	39	28	3.6	5.4	6.5	--	--
1.00	2.16	13.75	4	1.85	18.1	177	82.9	42.0	14.1	21.1	6.5	61	39	34	31	29	38	28	3.6	5.4	6.5	--	--
1.20	2.55	27.96	4	1.85	21.8	189	91.0	37.6	15.5	23.2	7.6	62	39	33	31	29	38	28	4.2	6.4	7.6	--	--
1.40	1.57	10.88	2	1.85	25.4	157	68.2	21.6	11.6	17.4	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	1.96	16.67	4	1.85	29.0	171	78.4	21.8	13.3	20.0	5.9	46	37	31	28	26	35	27	3.3	4.9	5.9	--	--
1.80	2.74	23.33	4	1.85	32.6	194	94.6	23.8	16.1	24.1	8.2	55	38	32	29	27	36	28	4.6	6.9	8.2	--	--
2.00	2.74	14.00	4	1.85	36.3	194	94.6	20.8	16.1	24.1	8.2	52	38	31	28	26	35	28	4.6	6.9	8.2	--	--
2.20	3.14	20.00	4	1.85	39.9	204	104.5	20.9	17.8	26.7	9.4	55	38	31	28	27	36	29	5.2	7.8	9.4	--	--
2.40	2.55	16.25	4	1.85	43.5	189	91.0	15.8	15.5	23.2	7.6	46	37	30	27	25	34	28	4.2	6.4	7.6	--	--
2.60	2.35	18.05	4	1.85	47.1	183	87.1	13.5	14.8	22.2	7.1	41	36	29	26	25	33	28	3.9	5.9	7.1	--	--
2.80	2.35	22.43	4	1.85	50.8	183	87.1	12.3	14.8	22.2	7.1	39	36	29	26	24	33	28	3.9	5.9	7.1	--	--
3.00	2.55	16.25	4	1.85	54.4	189	91.0	11.9	15.5	23.2	7.6	40	36	29	26	24	33	28	4.2	6.4	7.6	--	--
3.20	2.94	18.75	4	1.85	58.0	199	98.0	12.1	16.7	25.0	8.8	43	36	29	26	25	33	29	4.9	7.4	8.8	--	--
3.40	3.53	20.81	4	1.85	61.6	214	117.6	14.1	20.0	30.0	10.6	48	37	30	27	25	34	30	5.9	8.8	10.6	--	--
3.60	2.94	17.34	4	1.85	65.3	199	98.0	10.4	16.7	25.0	8.8	41	36	29	26	24	33	29	4.9	7.4	8.8	--	--
3.80	2.74	23.33	4	1.85	68.9	194	94.6	9.3	16.4	24.7	8.2	37	36	28	25	23	32	28	4.6	6.9	8.2	--	--
4.00	2.35	20.00	4	1.85	72.5	183	87.1	7.9	17.5	26.2	7.1	30	35	27	24	22	31	28	3.9	5.9	7.1	--	--
4.20	1.96	16.67	4	1.85	76.1	171	78.4	6.5	19.6	29.4	5.9	23	34	26	23	21	29	27	3.3	4.9	5.9	--	--
4.40	2.16	16.54	4	1.85	79.8	177	82.9	6.6	20.5	30.7	6.5	25	34	26	23	22	30	28	3.6	5.4	6.5	--	--
4.60	2.55	17.69	4	1.85	83.4	189	91.0	7.0	20.9	31.4	7.6	30	35	27	24	22	30	28	4.2	6.4	7.6	--	--
4.80	2.74	17.50	4	1.85	87.0	194	94.6	7.0	21.9	32.8	8.2	31	35	27	24	22	31	28	4.6	6.9	8.2	--	--
5.00	2.74	19.05	4	1.85	90.7	194	94.6	6.6	23.2	34.8	8.2	30	35	27	24	22	30	28	4.6	6.9	8.2	--	--
5.20	2.55	17.69	4	1.85	94.3	189	91.0	6.0	24.9	37.4	7.6	27	34	26	23	22	30	28	4.2	6.4	7.6	--	--
5.40	2.74	19.05	4	1.85	97.9	194	94.6	6.0	25.9	38.8	8.2	28	35	26	23	22	30	28	4.6	6.9	8.2	--	--
5.60	2.94	17.34	4	1.85	101.5	199	98.0	6.0	26.9	40.3	8.8	30	35	26	23	22	30	29	4.9	7.4	8.8	--	--
5.80	3.14	16.00	4	1.85	105.2	204	104.5	6.2	27.5	41.2	9.4	31	35	27	23	22	30	29	5.2	7.8	9.4	--	--
6.00	4.90	19.76	4	1.85	108.8	242	163.3	10.4	27.8	41.7	14.7	46	37	29	26	24	33	31	8.2	12.3	14.7	--	--
6.20	5.29	19.29	4	1.85	112.4	249	176.4	11.0	30.0	45.0	15.9	47	37	29	26	24	33	31	8.8	13.2	15.9	--	--
6.40	4.70	16.38	4	1.85	116.0	238	156.8	9.1	27.6	41.4	14.1	43	36	28	25	24	32	31	7.8	11.8	14.1	--	--
6.60	5.49	22.13	4	1.85	119.7	252	182.9	10.7	31.1	46.6	16.5	47	37	29	26	24	33	31	9.1	13.7	16.5	--	--
6.80	6.08	25.83	4	1.85	123.3	262	202.5	11.7	34.4	51.6	18.2	50	37	29	26	24	33	32	10.1	15.2	18.2	--	--
7.00	5.29	23.79	4	1.85	126.9	249	176.4	9.5	30.4	45.7	15.9	45	37	28	25	24	32	31	8.8	13.2	15.9	--	--
7.20	4.51	23.00	4	1.85	130.5	234	150.3	7.5	32.0	48.0	13.5	38	36	27	24	23	31	31	7.5	11.3	13.5	--	--
7.40	2.94	37.50	3	1.85	134.2	199	--	--	--	--	--	23	34	25	22	21	28	29	4.9	7.4	8.8	--	--
7.60	3.14	29.91	4	1.85	137.8	204	104.5	4.4	38.4	57.7	9.4	25	34	25	22	21	29	29	5.2	7.8	9.4	--	--
7.80	2.55	32.50	3	1.85	141.4	189	--	--	--	--	--	17	33	24	21	20	27	28	4.2	6.4	7.6	--	--
8.00	2.16	13.75	4	1.85	145.0	177	82.9	3.1	40.1	60.1	6.5	10	32	23	20	19	26	28	3.6	5.4	6.5	--	--
8.20	2.35	18.05	4	1.85	148.7	183	87.1	3.2	41.4	62.1	7.1	13	33	23	20	19	27	28	3.9	5.9	7.1	--	--
8.40	29.40	150.00	3	1.85	152.3	475	--	--	--	--	--	99	43	36	33	31	40	40	49.0	73.5	88.2	--	--
8.60	44.10	--	3	1.85	155.9	553	--	--	--	--	--	100	43	38	35	33	42	40	73.5	110.3	132.3	--	--

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>7</b>
	Riferimento	<b>053-2020</b>

Committente	<b>Studio tecnico</b>	U.M.:	<b>MPa</b>	Data esec.	15/11/2006
Cantiere	<b>Studio del terreno di fondazione</b>	Pagina	1		
Località	<b>Marzaglia autodromo 2006 7</b>	Elaborato		Falda	Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc MPa	fs kPa	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	0.00										
0.40	0.0	0.0		0.00	53.00	0									
0.60	14.0	22.0		1.37	67.00	21	4.8								
0.80	18.0	28.0		1.76	53.00	34	2.9								
<b>1.00</b>	<b>22.0</b>	<b>30.0</b>		<b>2.16</b>	<b>53.00</b>	<b>42</b>	<b>2.4</b>								
1.20	20.0	28.0		1.96	93.00	22	4.7								
1.40	18.0	32.0		1.76	107.00	17	5.9								
1.60	18.0	34.0		1.76	93.00	19	5.2								
1.80	18.0	32.0		1.76	80.00	23	4.4								
<b>2.00</b>	<b>32.0</b>	<b>44.0</b>		<b>3.14</b>	<b>107.00</b>	<b>30</b>	<b>3.3</b>								
2.20	20.0	36.0		1.96	93.00	22	4.7								
2.40	22.0	36.0		2.16	107.00	21	4.9								
2.60	26.0	42.0		2.55	120.00	22	4.6								
2.80	30.0	48.0		2.94	133.00	23	4.4								
<b>3.00</b>	<b>20.0</b>	<b>40.0</b>		<b>1.96</b>	<b>93.00</b>	<b>22</b>	<b>4.7</b>								
3.20	20.0	34.0		1.96	93.00	22	4.7								
3.40	22.0	36.0		2.16	107.00	21	4.9								
3.60	30.0	46.0		2.94	147.00	20	4.9								
3.80	32.0	54.0		3.14	133.00	24	4.2								
<b>4.00</b>	<b>26.0</b>	<b>46.0</b>		<b>2.55</b>	<b>120.00</b>	<b>22</b>	<b>4.6</b>								
4.20	18.0	36.0		1.76	80.00	23	4.4								
4.40	12.0	24.0		1.18	67.00	18	5.6								
4.60	10.0	20.0		0.98	40.00	25	4.0								
4.80	16.0	22.0		1.57	67.00	24	4.2								
<b>5.00</b>	<b>18.0</b>	<b>28.0</b>		<b>1.76</b>	<b>93.00</b>	<b>19</b>	<b>5.2</b>								
5.20	16.0	30.0		1.57	80.00	20	5.0								
5.40	24.0	36.0		2.35	80.00	30	3.3								
5.60	16.0	28.0		1.57	67.00	24	4.2								
5.80	20.0	30.0		1.96	80.00	25	4.0								
<b>6.00</b>	<b>22.0</b>	<b>34.0</b>		<b>2.16</b>	<b>93.00</b>	<b>24</b>	<b>4.2</b>								
6.20	24.0	38.0		2.35	107.00	22	4.5								
6.40	34.0	50.0		3.33	173.00	20	5.1								
6.60	38.0	64.0		3.72	200.00	19	5.3								
6.80	40.0	70.0		3.92	200.00	20	5.0								
<b>7.00</b>	<b>32.0</b>	<b>62.0</b>		<b>3.14</b>	<b>160.00</b>	<b>20</b>	<b>5.0</b>								
7.20	26.0	50.0		2.55	133.00	20	5.1								
7.40	26.0	46.0		2.55	120.00	22	4.6								
7.60	22.0	40.0		2.16	120.00	18	5.5								
7.80	26.0	44.0		2.55	107.00	24	4.1								
<b>8.00</b>	<b>30.0</b>	<b>46.0</b>		<b>2.94</b>	<b>133.00</b>	<b>23</b>	<b>4.4</b>								
8.20	20.0	40.0		1.96	93.00	22	4.7								
8.40	22.0	36.0		2.16	53.00	42	2.4								
8.60	62.0	70.0		6.08	187.00	33	3.0								
8.80	32.0	60.0		3.14	80.00	40	2.5								
<b>9.00</b>	<b>12.0</b>	<b>24.0</b>		<b>1.18</b>	<b>40.00</b>	<b>30</b>	<b>3.3</b>								
9.20	14.0	20.0		1.37	40.00	35	2.9								
9.40	12.0	18.0		1.18	53.00	23	4.4								
9.60	14.0	22.0		1.37	80.00	18	5.7								
9.80	18.0	30.0		1.76	93.00	19	5.2								
<b>10.00</b>	<b>22.0</b>	<b>36.0</b>		<b>2.16</b>	<b>93.00</b>	<b>24</b>	<b>4.2</b>								
10.20	18.0	32.0		1.76	93.00	19	5.2								
10.40	18.0	32.0		1.76	93.00	19	5.2								
10.60	18.0	32.0		1.76	107.00	17	5.9								
10.80	20.0	36.0		1.96	93.00	22	4.7								
<b>11.00</b>	<b>14.0</b>	<b>28.0</b>		<b>1.37</b>	<b>67.00</b>	<b>21</b>	<b>4.8</b>								
11.20	14.0	24.0		1.37	53.00	26	3.8								
11.40	12.0	20.0		1.18	53.00	23	4.4								
11.60	10.0	18.0		0.98	107.00	9	10.7								
11.80	20.0	36.0		1.96	53.00	38	2.7								
<b>12.00</b>	<b>20.0</b>	<b>28.0</b>		<b>1.96</b>	<b>53.00</b>	<b>38</b>	<b>2.7</b>								
12.20	18.0	26.0		1.76	67.00	27	3.7								
12.40	14.0	24.0		1.37	67.00	21	4.8								
12.60	12.0	22.0		1.18	53.00	23	4.4								
12.80	16.0	24.0		1.57	53.00	30	3.3								
<b>13.00</b>	<b>18.0</b>	<b>26.0</b>		<b>1.76</b>	<b>67.00</b>	<b>27</b>	<b>3.7</b>								
13.20	70.0	80.0		6.86	133.00	53	1.9								
13.40	240.0	260.0		23.52	200.00	120	0.8								
13.60	350.0	380.0		34.30	200.00	175	0.6								
13.80	450.0	480.0		44.10											

H = profondità  
 L1 = prima lettura (punta)  
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
 Lt = terza lettura (totale)  
 CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
 fs = resistenza laterale  
 0.20 m sopra quota qc  
 F = rapporto Begemann (qc / fs)  
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

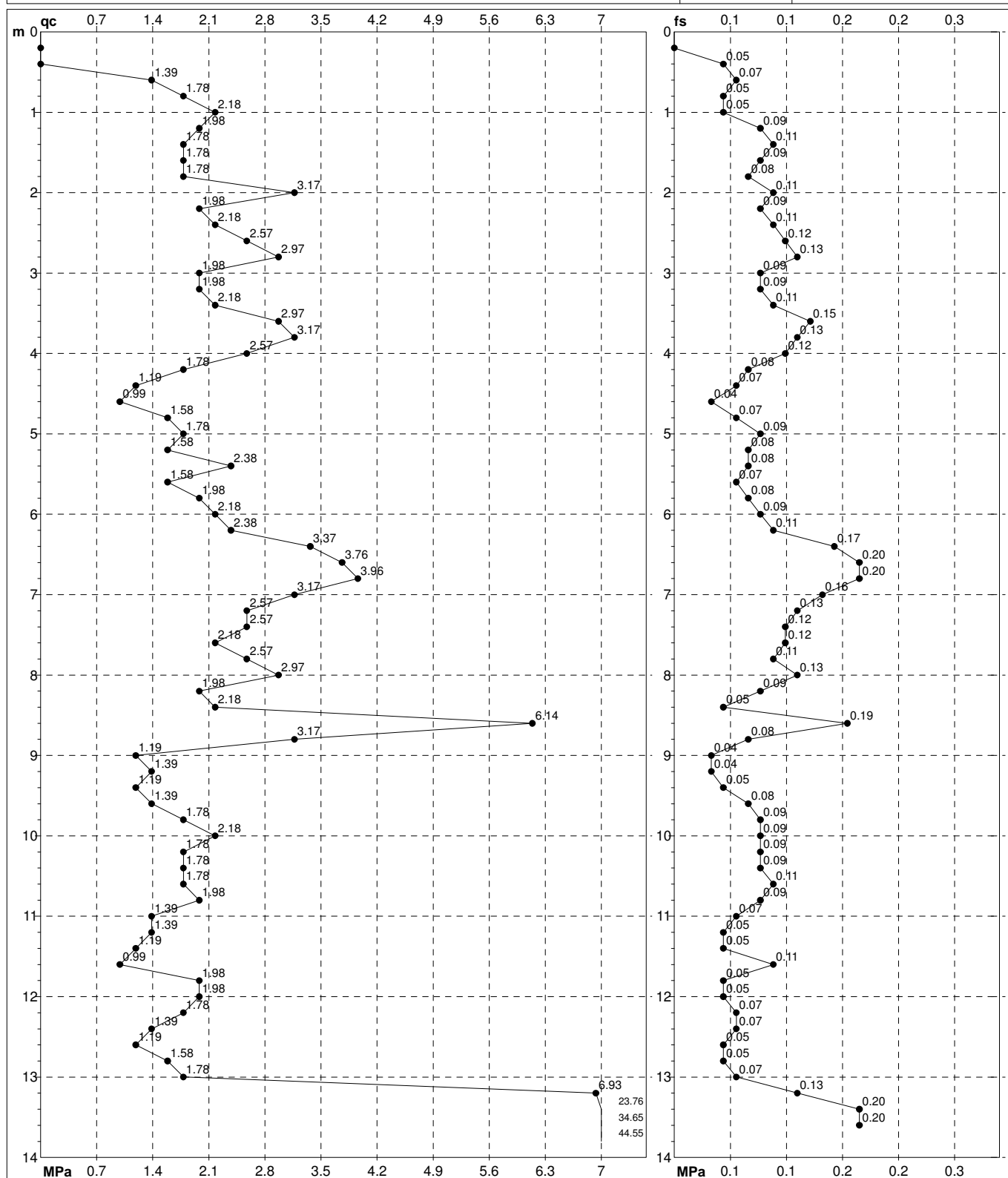
Riferimento

**7****053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 7**

U.M.: **MPa**  
 Scala: 1:70  
 Pagina 1  
 Elaborato

Data esec. 15/11/2006  
 Quota inizio:  
 Falda Assente



Penetrometro: SP200

Responsabile:

Assistente:

preforo m

Corr.astine: kN/ml

Cod. tip:

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

Riferimento

**7**

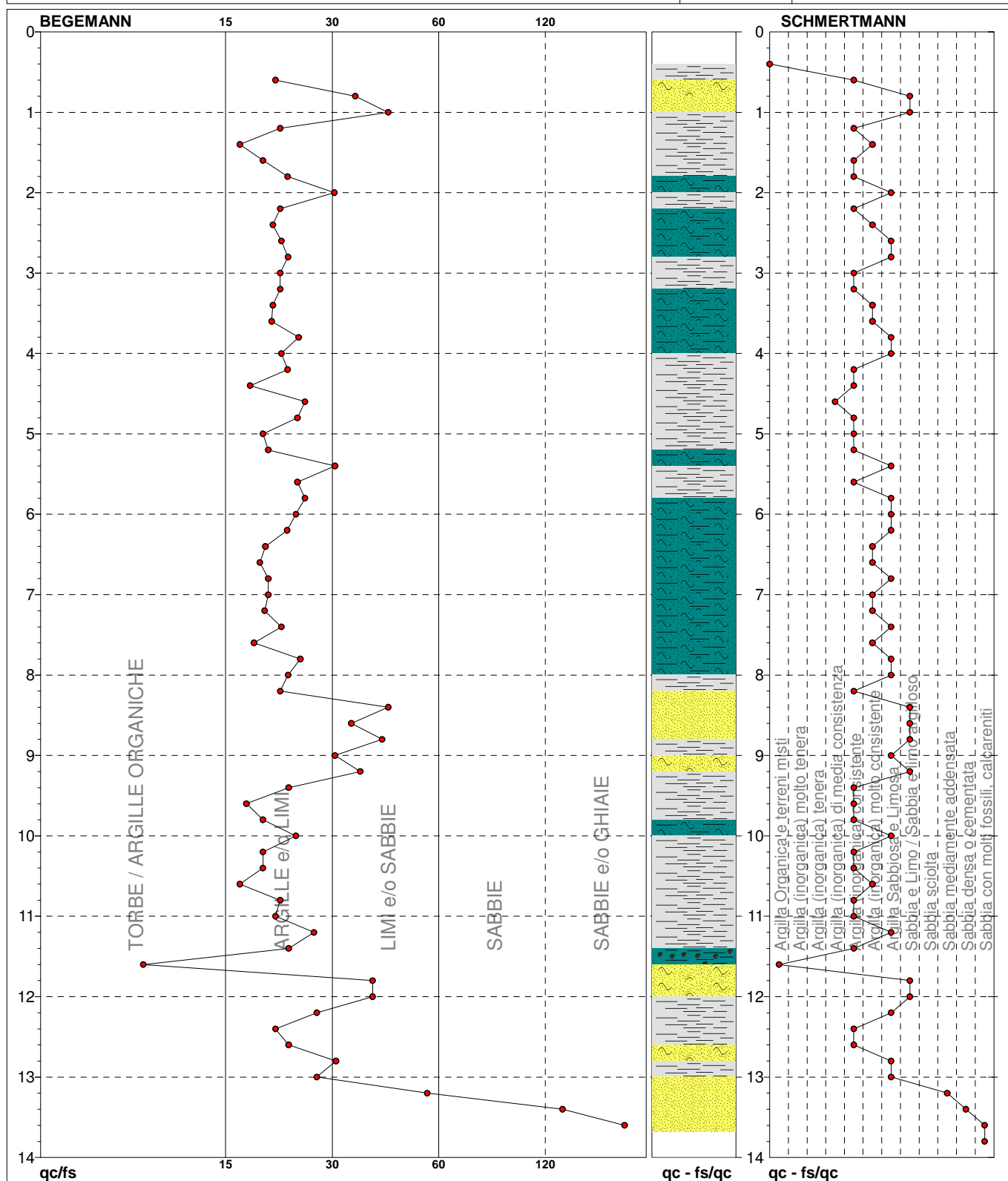
**053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
Località **Marzaglia autodromo 2006 7**

U.M.: **MPa**  
Scala: **1:70**  
Pagina **1**  
Elaborato

Data esec. **15/11/2006**

Falda **Assente**



TORBE / ARGILLE OR	3 punti, 4.35%	Argilla Organica e terreni misti	1 punti, 1.45%	Argilla Sabbiosa e Limosa	19 punti, 27.54%
ARGILLE e/o LIMI	53 punti, 76.81%	Argilla (inorganica) di media consistenza	1 punti, 1.45%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	8 punti, 11.59%
LIMI e/o SABBIE	10 punti, 14.49%	Argilla (inorganica) consistente	24 punti, 34.78%	Sabbia mediamente addensata	1 punti, 1.45%
SABBIE	1 punti, 1.45%	Argilla (inorganica) molto consistente	10 punti, 14.49%	Sabbia densa o cementata	1 punti, 1.45%
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 1.45%			Sabbia con molti fossili, calcareniti	1 punti, 1.45%

FON111

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**

Riferimento

**7****053-2020**

Committente **Studio tecnico**  
 Cantiere **Studio del terreno di fondazione**  
 Località **Marzaglia autodromo 2006 7**

U.M.: **MPa** Data esec. **15/11/2006**  
 Pagina **1**  
 Elaborato **Falda Assente**

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE														
H m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m³	$\sigma'_{vo}$ kPa	Vs m/s	Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2			
0.20	--	--	???	1.85	3.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.40	--	--	???	1.85	7.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.60	1.37	20.90	2	1.85	10.9	150	62.4	55.7	10.6	15.9	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0.80	1.76	33.96	4	1.85	14.5	164	73.5	47.7	12.5	18.7	5.5	60	38	34	31	29	38	27	2.9	4.4	5.3	--	--			
1.00	2.16	41.51	3	1.85	18.1	177	--	--	--	--	--	61	39	34	31	29	38	28	3.6	5.4	6.5	--	--			
1.20	1.96	21.51	4	1.85	21.8	171	78.4	31.2	13.3	20.0	5.9	53	38	32	29	27	36	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
1.40	1.76	16.82	2	1.85	25.4	164	73.5	23.7	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
1.60	1.76	19.35	2	1.85	29.0	164	73.5	20.1	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
1.80	1.76	22.50	2	1.85	32.6	164	73.5	17.3	12.5	18.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
2.00	3.14	29.91	4	1.85	36.3	204	104.5	23.6	17.8	26.7	9.4	57	38	32	29	27	36	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
2.20	1.96	21.51	4	1.85	39.9	171	78.4	14.6	13.3	20.0	5.9	39	36	29	26	24	33	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
2.40	2.16	20.56	4	1.85	43.5	177	82.9	14.1	14.1	21.1	6.5	40	36	29	26	24	33	28	3.6	5.4	6.5	--	--			
2.60	2.55	21.67	4	1.85	47.1	189	91.0	14.3	15.5	23.2	7.6	44	36	30	27	25	34	28	4.2	6.4	7.6	--	--			
2.80	2.94	22.56	4	1.85	50.8	199	98.0	14.3	16.7	25.0	8.8	47	37	30	27	25	34	29	4.9	7.4	8.8	--	--			
3.00	1.96	21.51	4	1.85	54.4	171	78.4	9.9	13.3	20.0	5.9	31	35	28	24	23	31	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
3.20	1.96	21.51	4	1.85	58.0	171	78.4	9.1	13.8	20.7	5.9	29	35	27	24	23	31	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
3.40	2.16	20.56	4	1.85	61.6	177	82.9	9.1	14.6	22.0	6.5	31	35	27	24	23	31	28	3.6	5.4	6.5	--	--			
3.60	2.94	20.41	4	1.85	65.3	199	98.0	10.4	16.7	25.0	8.8	41	36	29	26	24	33	29	4.9	7.4	8.8	--	--			
3.80	3.14	24.06	4	1.85	68.9	204	104.5	10.6	17.8	26.7	9.4	41	36	29	26	24	33	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
4.00	2.55	21.67	4	1.85	72.5	189	91.0	8.3	17.3	25.9	7.6	33	35	27	24	23	31	28	4.2	6.4	7.6	--	--			
4.20	1.76	22.50	2	1.85	76.1	164	73.5	6.0	20.1	30.2	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
4.40	1.18	17.91	2	1.85	79.8	141	56.0	4.0	22.3	33.4	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
4.60	0.98	25.00	2	1.85	83.4	132	49.0	3.2	23.2	34.9	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
4.80	1.57	23.88	2	1.85	87.0	157	68.2	4.6	24.2	36.3	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
5.00	1.76	19.35	2	1.85	90.7	164	73.5	4.8	25.1	37.7	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
5.20	1.57	20.00	2	1.85	94.3	157	68.2	4.2	26.3	39.5	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
5.40	2.35	30.00	4	1.85	97.9	183	87.1	5.4	26.6	39.9	7.1	23	34	26	22	21	29	28	3.9	5.9	7.1	--	--			
5.60	1.57	23.88	2	1.85	101.5	157	68.2	3.8	28.6	42.9	5.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
5.80	1.96	25.00	4	1.85	105.2	171	78.4	4.3	29.4	44.0	5.9	15	33	24	21	20	28	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
6.00	2.16	23.66	4	1.85	108.8	177	82.9	4.5	30.3	45.5	6.5	17	33	25	21	20	28	28	3.6	5.4	6.5	--	--			
6.20	2.35	22.43	4	1.85	112.4	183	87.1	4.6	31.3	47.0	7.1	20	34	25	22	20	28	28	3.9	5.9	7.1	--	--			
6.40	3.33	19.65	4	1.85	116.0	209	111.1	5.9	30.8	46.2	10.0	31	35	26	23	22	30	29	5.6	8.3	10.0	--	--			
6.60	3.72	19.00	4	1.85	119.7	218	124.1	6.6	30.7	46.1	11.2	34	35	27	24	22	30	30	6.2	9.3	11.2	--	--			
6.80	3.92	20.00	4	1.85	123.3	222	130.7	6.8	31.3	47.0	11.8	35	35	27	24	22	31	30	6.5	9.8	11.8	--	--			
7.00	3.14	20.00	4	1.85	126.9	204	104.5	4.9	35.1	52.6	9.4	27	34	26	22	21	29	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
7.20	2.55	19.55	4	1.85	130.5	189	91.0	4.0	36.4	54.6	7.6	19	33	25	21	20	28	28	4.2	6.4	7.6	--	--			
7.40	2.55	21.67	4	1.85	134.2	189	91.0	3.9	37.7	56.5	7.6	18	33	24	21	20	28	28	4.2	6.4	7.6	--	--			
7.60	2.16	18.33	4	1.85	137.8	177	82.9	3.3	38.6	57.9	6.5	12	33	23	20	19	27	28	3.6	5.4	6.5	--	--			
7.80	2.55	24.30	4	1.85	141.4	189	91.0	3.6	39.9	59.9	7.6	17	33	24	21	20	27	28	4.2	6.4	7.6	--	--			
8.00	2.94	22.56	4	1.85	145.0	199	98.0	3.8	40.8	61.2	8.8	21	34	25	21	20	28	29	4.9	7.4	8.8	--	--			
8.20	1.96	21.51	4	1.85	148.7	171	78.4	2.8	39.8	59.6	5.9	7	32	23	19	18	26	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
8.40	2.16	41.51	3	1.85	152.3	177	--	--	--	--	--	9	32	23	20	19	26	28	3.6	5.4	6.5	--	--			
8.60	6.08	33.16	3	1.85	155.9	262	--	--	--	--	--	44	37	28	25	23	32	32	10.1	15.2	18.2	--	--			
8.80	3.14	40.00	3	1.85	159.5	204	--	--	--	--	--	21	34	25	21	20	28	29	5.2	7.8	9.4	--	--			
9.00	1.18	30.00	4	1.85	163.2	141	56.0	1.6	32.3	48.5	4.4	--	31	20	16	15	25	26	2.0	2.9	3.5	--	--			
9.20	1.37	35.00	4	1.85	166.8	150	62.4	1.8	35.4	53.2	4.7	--	31	20	17	16	25	26	2.3	3.4	4.1	--	--			
9.40	1.18	22.64	2	1.85	170.4	141	56.0	1.6	32.5	48.8	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
9.60	1.37	17.50	2	1.85	174.0	150	62.4	1.7	35.7	53.6	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
9.80	1.76	19.35	2	1.85	177.7	164	73.5	2.1	40.8	61.2	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
10.00	2.16	23.66	4	1.85	181.3	177	82.9	2.4	44.7	67.0	6.5	5	32	22	19	18	25	28	3.6	5.4	6.5	--	--			
10.20	1.76	19.35	2	1.85	184.9	164	73.5	2.0	41.2	61.8	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
10.40	1.76	19.35	2	1.85	188.6	164	73.5	1.9	41.4	62.1	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
10.60	1.76	16.82	2	1.85	192.2	164	73.5	1.9	41.6	62.4	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
10.80	1.96	21.51	4	1.85	195.8	171	78.4	2.0	43.9	65.9	5.9	--	31	21	18	17	25	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
11.00	1.37	20.90	2	1.85	199.4	150	62.4	1.5	36.5	54.7	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
11.20	1.37	26.42	2	1.85	203.1	150	62.4	1.4	36.5	54.8	4.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
11.40	1.18	22.64	2	1.85	206.7	141	56.0	1.2	33.2	49.8	4.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
11.60	0.98	9.35	2	1.85	210.3	132	49.0	1.0	29.4	44.1	3.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
11.80	1.96	37.74	4	1.85	213.9	171	78.4	1.8	44.7	67.1	5.9	--	31	21	17	16	25	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
12.00	1.96	37.74	4	1.85	217.6	171	78.4	1.8	44.9	67.3	5.9	--	31	21	17	16	25	27	3.3	4.9	5.9	--	--			
12.20	1.76	26.87	2	1.85	221.2	164	73.5	1.6	42.6	63.9	5.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--			
12.40	1.37	20.90	2	1.85	224.8																					

# PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Descrizione: Località: Autodromo di Modena	
---	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

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

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

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

## penetrometri in uso in Italia

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H=0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A=20.27 \text{ cm}^2$  rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20 \text{ cm}^2$ , rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

## Correlazione con $N_{spt}$

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
$\delta$	passo di avanzamento.

## Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$



## Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

R <sub>pd</sub>	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo ( $\delta/N$ ).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

## Calcolo di (N<sub>1</sub>)<sub>60</sub>

(N<sub>1</sub>)<sub>60</sub> è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (Liao \text{ e } Whitman 1986)$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C <sub>s</sub>	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C <sub>d</sub>	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C <sub>r</sub>	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

## Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

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

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

## Valutazioni statistiche e correlazioni

## **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Media (+ s)**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Media (- s)**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove  $\sigma_{N_{spt}}$  è la deviazione standard di  $N_{spt}$

### **Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $N_{spt,k}$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $N_{spt}$  distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

## **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immorsamento  $d = 1$  m.

## Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

### Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### Correzione $N_{spt}$ in presenza di falda

$$N_{spt \text{ corretto}} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da  $D_r$  %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### ***Densità relativa (%)***

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie  $D_r$  viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di  $D_r$  % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### ***Modulo Di Young ( $E_y$ )***

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### ***Modulo Edometrico***

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### ***Stato di consistenza***

- Classificazione A.G.I. 1977

#### ***Peso di Volume***

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### ***Peso di volume saturo***

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

### ***Modulo di poisson***

- Classificazione A.G.I.

### ***Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)***

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

### ***Velocità onde di taglio $V_s$ (m/s)***

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

### ***Modulo di deformazione di taglio ( $G$ )***

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

### ***Modulo di reazione ( $K_0$ )***

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

### ***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )***

- Robertson (1983) -  $Q_c$

## **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

### ***Coesione non drenata***

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).

- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c = 20$  e  $Q_c/N_{spt} = 2$ .
- Schmertmann (1975),  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

#### ***Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )***

- Robertson (1983) -  $Q_c$

#### ***Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )***

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt} = 6-12$ ).

#### ***Modulo Di Young ( $E_y$ )***

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$ .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

#### ***Stato di consistenza***

- Classificazione A.G.I. 1977.

#### ***Peso di Volume***

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

#### ***Peso di volume saturo***

- Meyerhof ed altri.



Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data

17/11/2006

Profondità prova

6.40 mt

Falda non 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> )
0.20	7	0.855	58.14	68.02	2.91	3.40
0.40	10	0.851	82.68	97.18	4.13	4.86
0.60	11	0.847	90.54	106.90	4.53	5.34
0.80	4	0.843	32.78	38.87	1.64	1.94
1.00	5	0.840	37.75	44.95	1.89	2.25
1.20	6	0.836	45.11	53.94	2.26	2.70
1.40	4	0.833	29.95	35.96	1.50	1.80
1.60	4	0.830	29.83	35.96	1.49	1.80
1.80	3	0.826	22.29	26.97	1.11	1.35
2.00	4	0.823	27.54	33.45	1.38	1.67
2.20	2	0.820	13.72	16.73	0.69	0.84
2.40	3	0.817	20.50	25.09	1.03	1.25
2.60	3	0.814	20.43	25.09	1.02	1.25
2.80	3	0.811	20.36	25.09	1.02	1.25
3.00	4	0.809	25.29	31.27	1.26	1.56
3.20	2	0.806	12.60	15.64	0.63	0.78
3.40	3	0.803	18.84	23.46	0.94	1.17
3.60	3	0.801	18.78	23.46	0.94	1.17
3.80	5	0.798	31.21	39.09	1.56	1.95
4.00	3	0.796	17.53	22.02	0.88	1.10
4.20	14	0.744	76.43	102.76	3.82	5.14
4.40	19	0.741	103.40	139.47	5.17	6.97
4.60	4	0.789	23.17	29.36	1.16	1.47
4.80	4	0.787	23.11	29.36	1.16	1.47
5.00	5	0.785	27.15	34.59	1.36	1.73
5.20	6	0.783	32.50	41.50	1.62	2.08
5.40	9	0.781	48.62	62.25	2.43	3.11
5.60	12	0.779	64.67	83.01	3.23	4.15
5.80	14	0.727	70.43	96.84	3.52	4.84
6.00	16	0.725	75.92	104.64	3.80	5.23
6.20	24	0.674	105.75	156.96	5.29	7.85
6.40	20	0.722	94.44	130.80	4.72	6.54

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tension e efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	9.33	90.7	Coesivo	0	1.97	2.17	0.06	1.5	14.03	
4	3.67	31.12	Coesivo	0	1.79	1.88	0.42	1.5	5.52	
4.4	16.5	121.11	Coesivo	0	2.12	2.22	0.77	1.5	24.82	

5.4	5.6	39.41	Coesivo	0	1.92	2.11	0.91	1.5	8.42	
6.4	17.2	114.45	Coesivo	0	2.12	2.25	1.11	1.5	25.87	

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

### TERRENI COESIVI

#### Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
[1] -	14.03	0.60	0.95	1.75	0.50	0.55	1.38	2.72	1.22	1.54	0.70	2.42	1.75
[2] -	5.52	4.00	0.35	0.69	0.25	0.22	0.54	0.93	0.50	0.85	0.28	0.47	0.69
[3] -	24.82	4.40	1.68	3.10	1.00	0.95	2.46	3.63	2.06	2.55	1.24	3.77	3.10
[4] -	8.42	5.40	0.57	1.05	0.50	0.34	0.83	1.18	0.75	1.07	0.42	0.76	1.05
[5] -	25.87	6.40	1.75	3.23	1.00	0.98	2.57	3.43	2.14	2.66	1.29	3.65	3.23

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	14.03	0.60	Robertson (1983)	28.06
[2] -	5.52	4.00	Robertson (1983)	11.04
[3] -	24.82	4.40	Robertson (1983)	49.64
[4] -	8.42	5.40	Robertson (1983)	16.84
[5] -	25.87	6.40	Robertson (1983)	51.74

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	14.03	0.60	64.37	--	144.89	140.30
[2] -	5.52	4.00	25.33	82.80	58.09	69.00
[3] -	24.82	4.40	113.87	--	254.94	248.20
[4] -	8.42	5.40	38.63	--	87.67	105.25
[5] -	25.87	6.40	118.69	--	265.65	258.70

#### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	14.03	0.60	140.95	140.30
[2] -	5.52	4.00	43.08	55.20
[3] -	24.82	4.40	265.03	248.20
[4] -	8.42	5.40	76.43	84.20
[5] -	25.87	6.40	277.11	258.70

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	14.03	0.60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] -	5.52	4.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[3] -	24.82	4.40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[4] -	8.42	5.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] -	25.87	6.40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	14.03	0.60	Meyerhof	2.05
[2] -	5.52	4.00	Meyerhof	1.79
[3] -	24.82	4.40	Meyerhof	2.12
[4] -	8.42	5.40	Meyerhof	1.92
[5] -	25.87	6.40	Meyerhof	2.12

#### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	14.03	0.60	Meyerhof	2.25
[2] -	5.52	4.00	Meyerhof	1.88
[3] -	24.82	4.40	Meyerhof	2.22
[4] -	8.42	5.40	Meyerhof	2.11
[5] -	25.87	6.40	Meyerhof	2.25

**Velocità onde di taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	14.03	0.60		0
[2] -	5.52	4.00		0
[3] -	24.82	4.40		0
[4] -	8.42	5.40		0
[5] -	25.87	6.40		0

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 17/11/2006  
 Profondità prova 6.20 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	4	0.855	33.22	38.87	1.66	1.94
0.40	6	0.851	49.61	58.31	2.48	2.92
0.60	2	0.847	16.46	19.44	0.82	0.97
0.80	2	0.843	16.39	19.44	0.82	0.97
1.00	2	0.840	15.10	17.98	0.75	0.90
1.20	2	0.836	15.04	17.98	0.75	0.90
1.40	2	0.833	14.97	17.98	0.75	0.90
1.60	2	0.830	14.92	17.98	0.75	0.90
1.80	2	0.826	14.86	17.98	0.74	0.90
2.00	2	0.823	13.77	16.73	0.69	0.84
2.20	2	0.820	13.72	16.73	0.69	0.84
2.40	2	0.817	13.67	16.73	0.68	0.84
2.60	2	0.814	13.62	16.73	0.68	0.84
2.80	1	0.811	6.79	8.36	0.34	0.42
3.00	2	0.809	12.65	15.64	0.63	0.78
3.20	2	0.806	12.60	15.64	0.63	0.78
3.40	2	0.803	12.56	15.64	0.63	0.78
3.60	1	0.801	6.26	7.82	0.31	0.39
3.80	2	0.798	12.48	15.64	0.62	0.78
4.00	1	0.796	5.84	7.34	0.29	0.37
4.20	4	0.794	23.30	29.36	1.17	1.47
4.40	19	0.741	103.40	139.47	5.17	6.97
4.60	35	0.639	164.23	256.91	8.21	12.85
4.80	16	0.737	86.57	117.44	4.33	5.87
5.00	4	0.785	21.72	27.67	1.09	1.38
5.20	5	0.783	27.08	34.59	1.35	1.73
5.40	7	0.781	37.82	48.42	1.89	2.42
5.60	9	0.779	48.50	62.25	2.43	3.11
5.80	13	0.727	65.40	89.92	3.27	4.50
6.00	15	0.725	71.17	98.10	3.56	4.91
6.20	20	0.724	94.67	130.80	4.73	6.54

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	5	48.59	Coesivo	0	1.88	1.9	0.04	1.5	7.52	
4.2	1.95	16.37	Coesivo	0	1.63	1.86	0.38	1.5	2.93	
4.8	23.33	171.27	Coesivo	0	2.29	2.5	0.76	1.5	35.09	
5.6	6.25	43.23	Coesivo	0	1.95	2.14	0.91	1.5	9.4	
6.2	16	106.28	Coesivo	0	2.11	2.2	1.05	1.5	24.06	

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata (Kg/cm²)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman n	De Beer
--	------	------------------	----------------	-----------	-----------------------	--------------	-------------------	---------------------------------	------------------------------------	----------------	--------------------	-----------	---------

[1] -	7.52	0.40	0.47	0.94	0.25	0.30	0.74	1.46	0.67	1.00	0.38	1.29	0.94
[2] -	2.93	4.20	0.18	0.37	0.15	0.12	0.28	0.49	0.27	0.65	0.15	0.03	0.37
[3] -	35.09	4.80	2.37	4.39	0.00	1.29	3.50	5.14	2.78	3.65	1.76	5.48	4.39
[4] -	9.4	5.60	0.63	1.18	0.50	0.38	0.92	1.30	0.83	1.15	0.47	0.90	1.18
[5] -	24.06	6.20	1.62	3.01	1.00	0.92	2.39	3.19	2.00	2.48	1.20	3.36	3.01

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	7.52	0.40	Robertson (1983)	15.04
[2] -	2.93	4.20	Robertson (1983)	5.86
[3] -	35.09	4.80	Robertson (1983)	70.18
[4] -	9.4	5.60	Robertson (1983)	18.80
[5] -	24.06	6.20	Robertson (1983)	48.12

#### Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] -	7.52	0.40	34.50	--	78.49	94.00
[2] -	2.93	4.20	13.44	43.95	31.68	36.63
[3] -	35.09	4.80	160.99	--	359.69	350.90
[4] -	9.4	5.60	43.13	--	97.67	117.50
[5] -	24.06	6.20	110.39	--	247.19	240.60

#### Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] -	7.52	0.40	66.08	75.20
[2] -	2.93	4.20	13.30	29.30
[3] -	35.09	4.80	383.14	350.90
[4] -	9.4	5.60	87.70	94.00
[5] -	24.06	6.20	256.29	240.60

#### Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] -	7.52	0.40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] -	2.93	4.20	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[3] -	35.09	4.80	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
[4] -	9.4	5.60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[5] -	24.06	6.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

#### Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] -	7.52	0.40	Meyerhof	1.88
[2] -	2.93	4.20	Meyerhof	1.63
[3] -	35.09	4.80	Meyerhof	2.29
[4] -	9.4	5.60	Meyerhof	1.95
[5] -	24.06	6.20	Meyerhof	2.11

#### Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] -	7.52	0.40	Meyerhof	1.90
[2] -	2.93	4.20	Meyerhof	1.86
[3] -	35.09	4.80	Meyerhof	2.50
[4] -	9.4	5.60	Meyerhof	2.14
[5] -	24.06	6.20	Meyerhof	2.20

#### Velocità onde di taglio

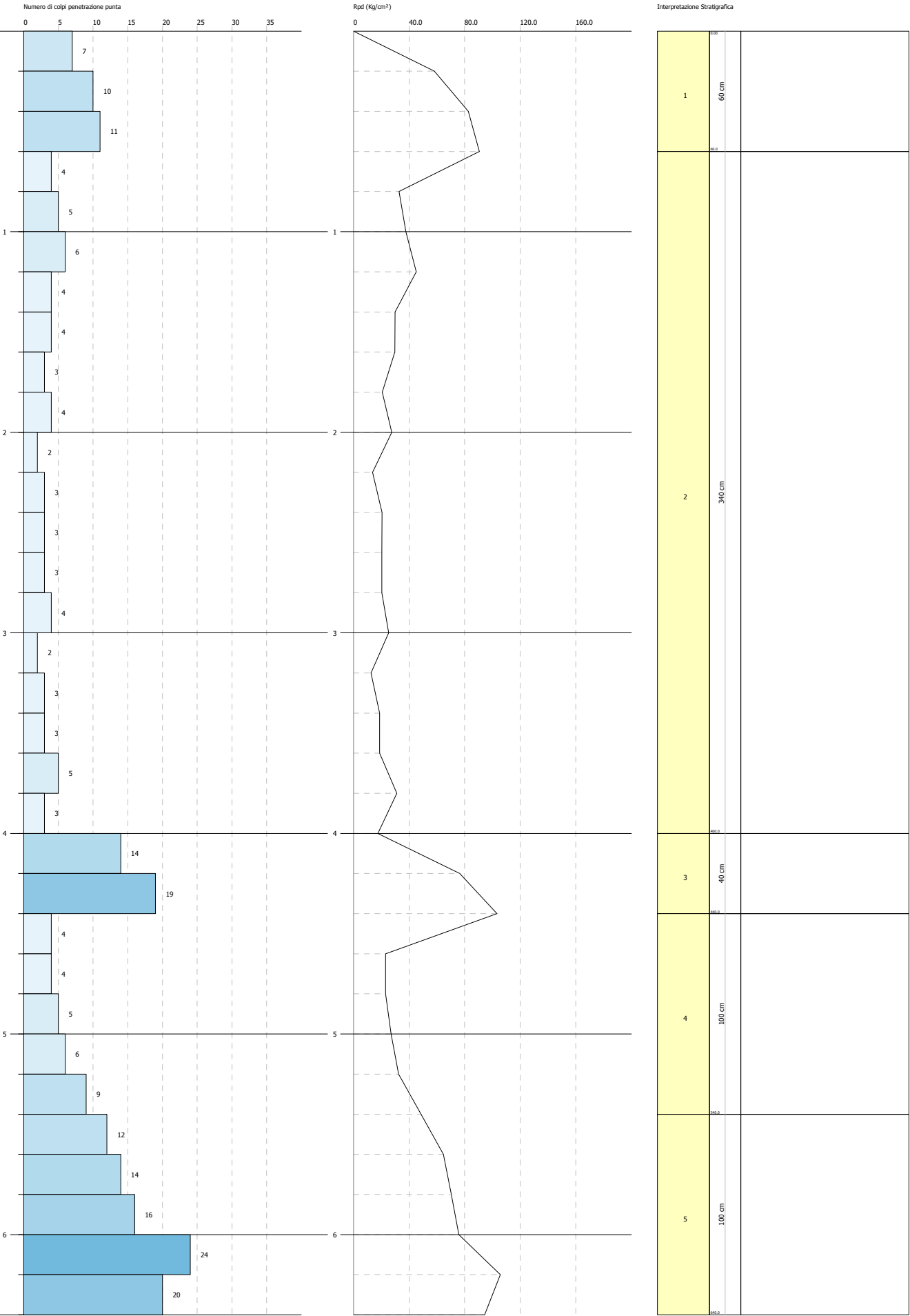
	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	7.52	0.40		0
[2] -	2.93	4.20		0
[3] -	35.09	4.80		0
[4] -	9.4	5.60		0
[5] -	24.06	6.20		0

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Data: 17/11/2006

Committente:  
Descrizione:  
Località:

Scala 1:26

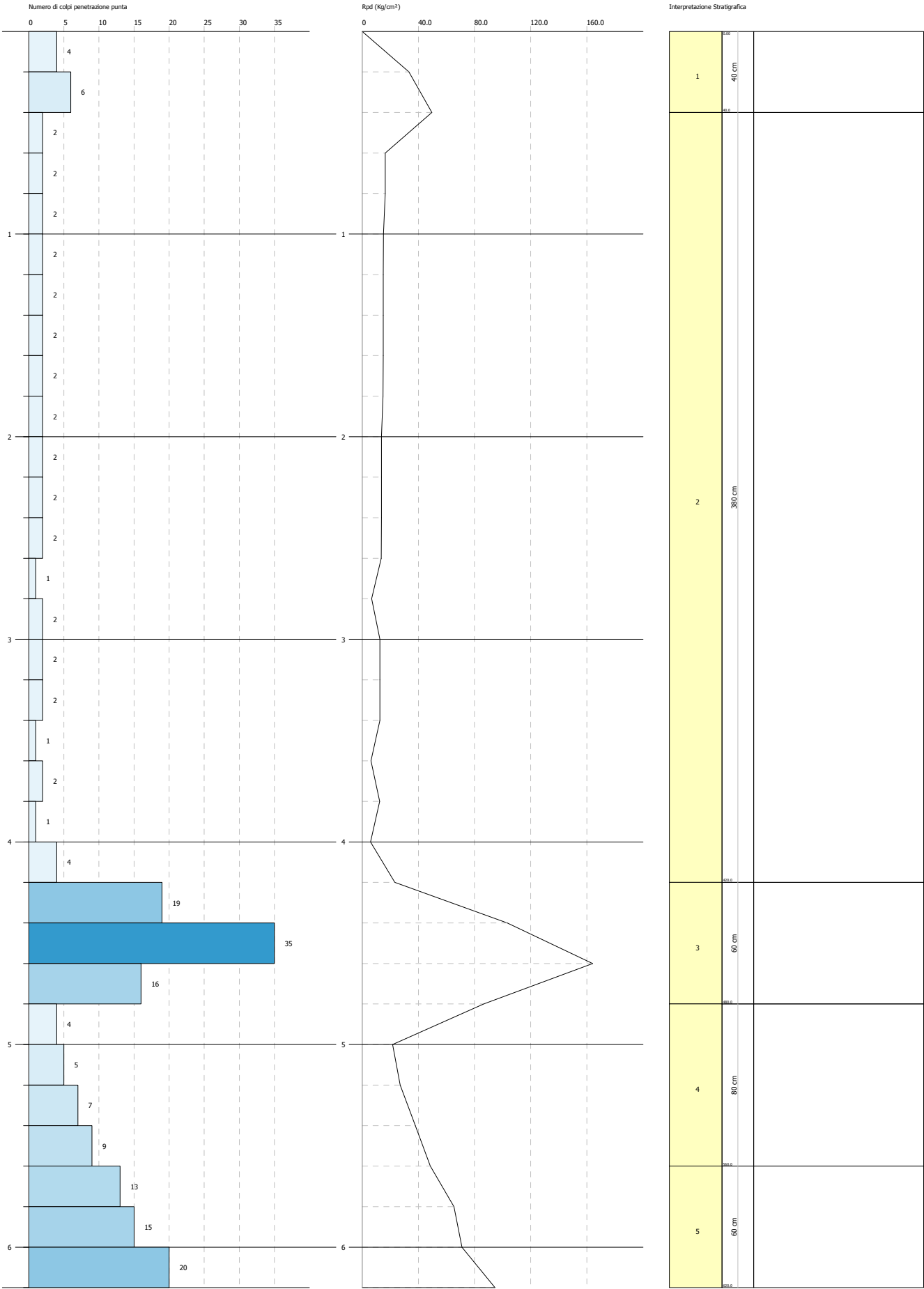


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente:  
Descrizione:  
Località:

Data: 17/11/2006

Scala 1:26





**Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche**

## ALLEGATO N° 2

Indagini sismiche

623 m/s **masw 2**

■ **hvsr 2**

322 m/s  
**masw 1**

332 m/s  
■ **hvsr 1**

387 m/s  
**masw 3**

■ **hvsr 3**



Indagine sismica MASW



Indagine sismica HVSr

## ANALISI SISMICA DI SITO SECONDO METODOLOGIA MASW

**Cantiere:** Autodromo di Modena, loc. Marzaglia

**Data:** 15/01/2020

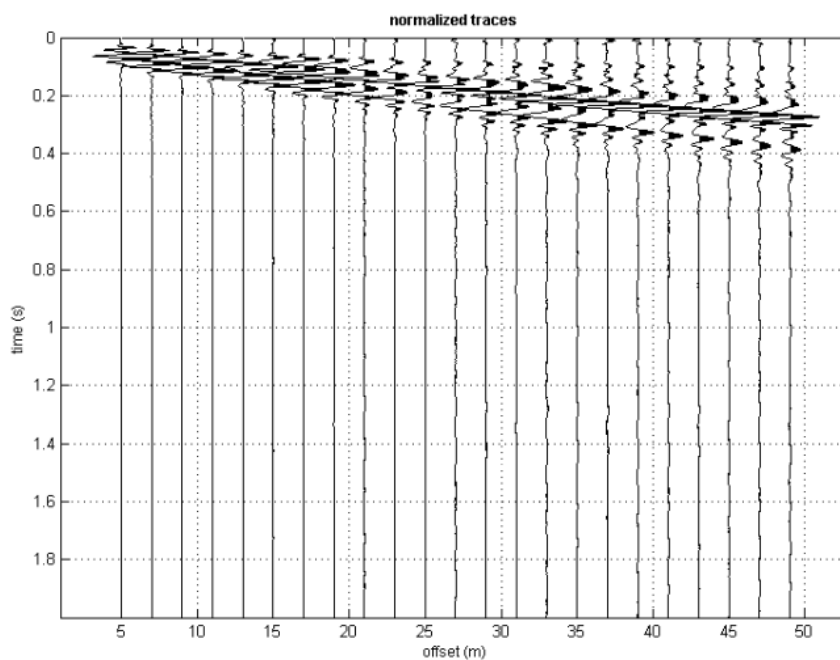
**Lavoro:** studio del terreno di fondazione

**Responsabile:** Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

**RIF. MASW**  
**95/19**

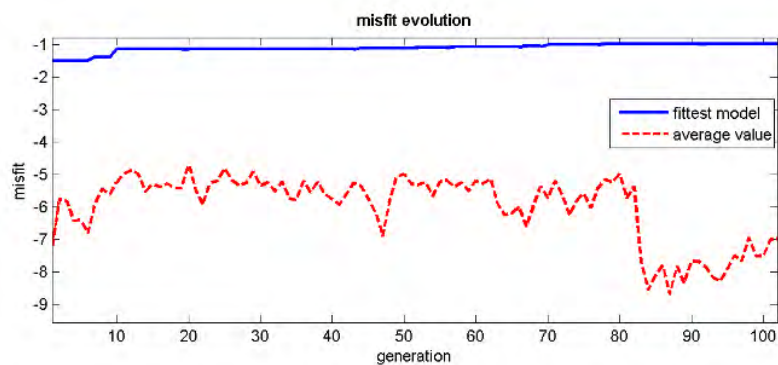
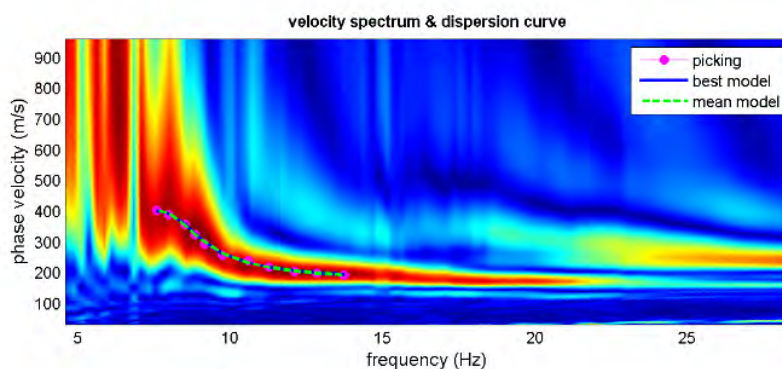
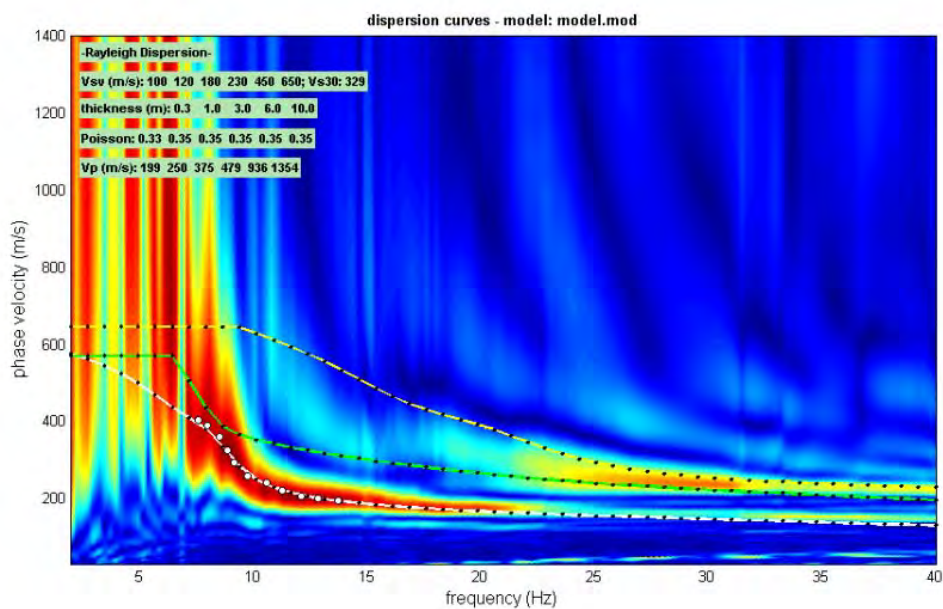


**UBICAZIONE DELLO STENDIMENTO SISMICO IMPIEGATO**

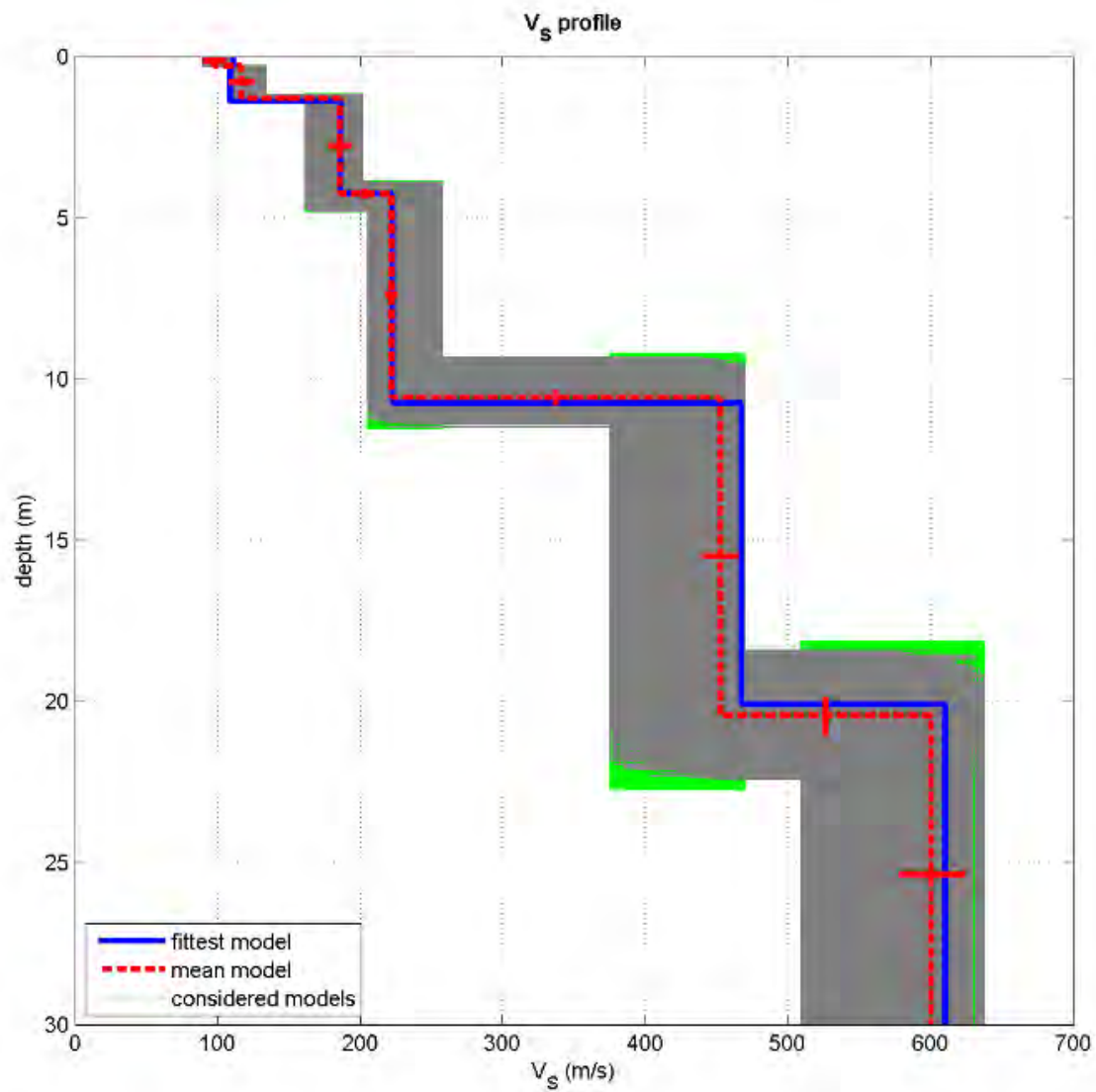




## SPETTRO RELATIVO ALLE VELOCITÀ DI FASE REGISTRATE NEL DOMINIO DELLE FREQUENZE



## MODELLO $V_{s30}$ DERIVATO DALL'INDAGINE MASW ESEGUITA



dataset: 1025.dat

dispersion curve: pick.cdp

$V_{s30}$  (best model): 322 m/s

$V_{s30}$  (mean model): 320 m/s

**BEST MODEL**  
 **$V_{s30} = 322$  m/s**

## AUTODROMO MODENA Indagine sismica HVSR1

Instrument: TE3-0303/01-17

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: 51

Start recording: 15/01/20 10:10:55 End recording: 15/01/20 10:30:55

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 80% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

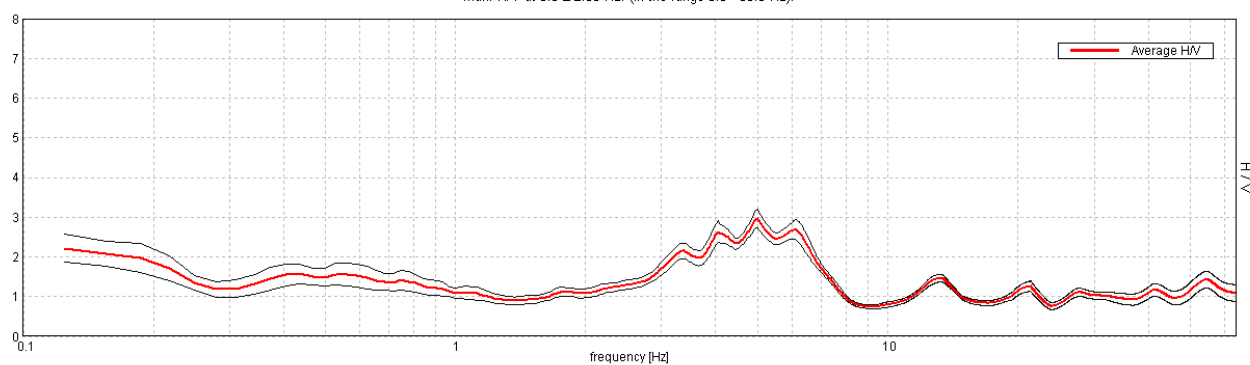
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

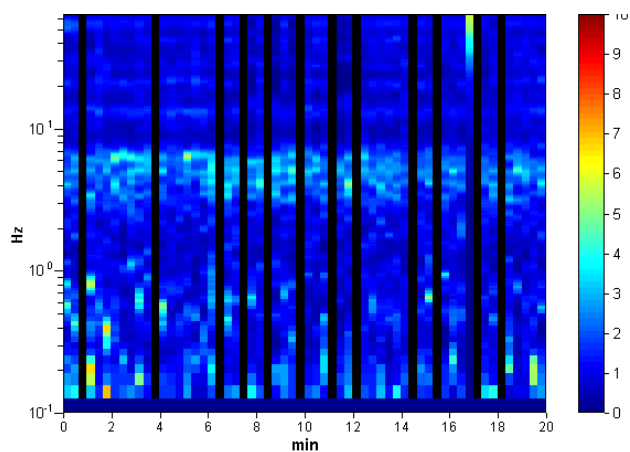
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

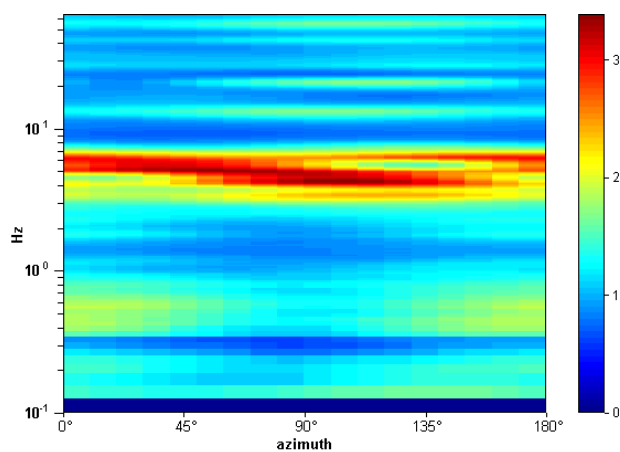
Max. H/V at  $5.0 \pm 2.08$  Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



### H/V TIME HISTORY

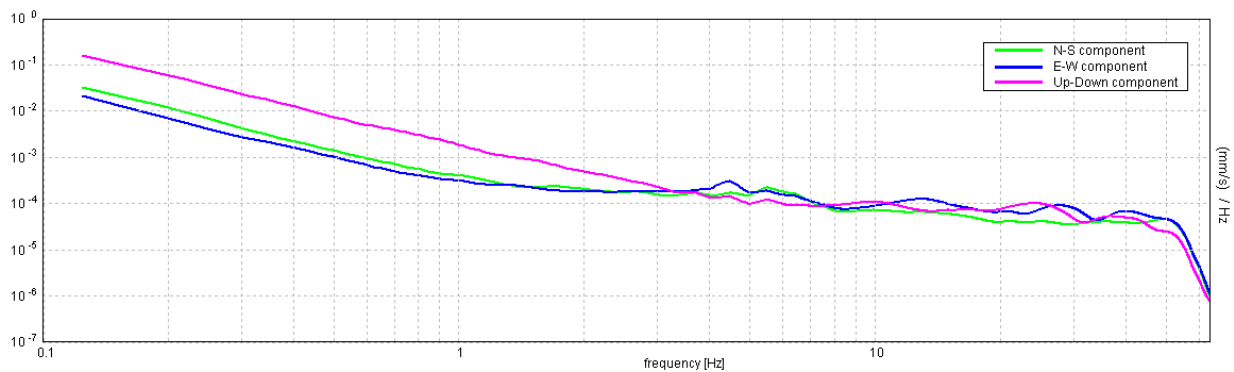


### DIRECTIONAL H/V

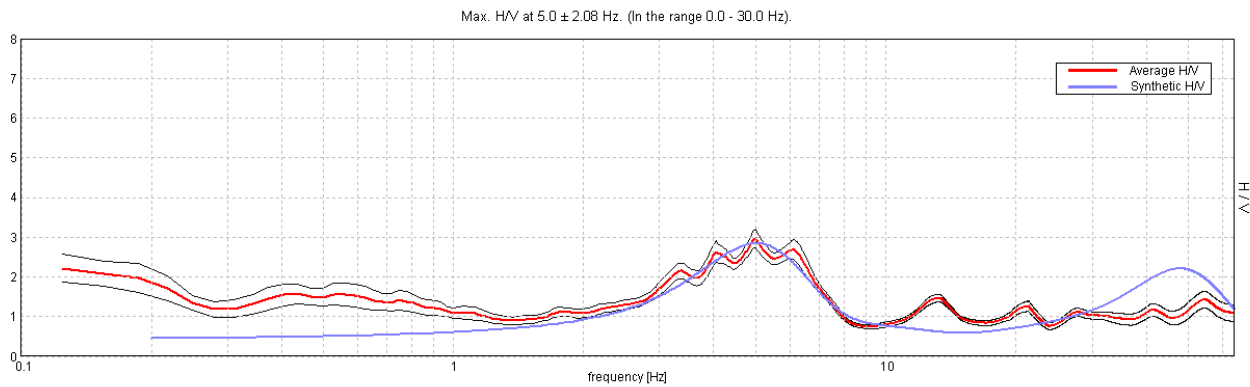




SINGLE COMPONENT SPECTRA

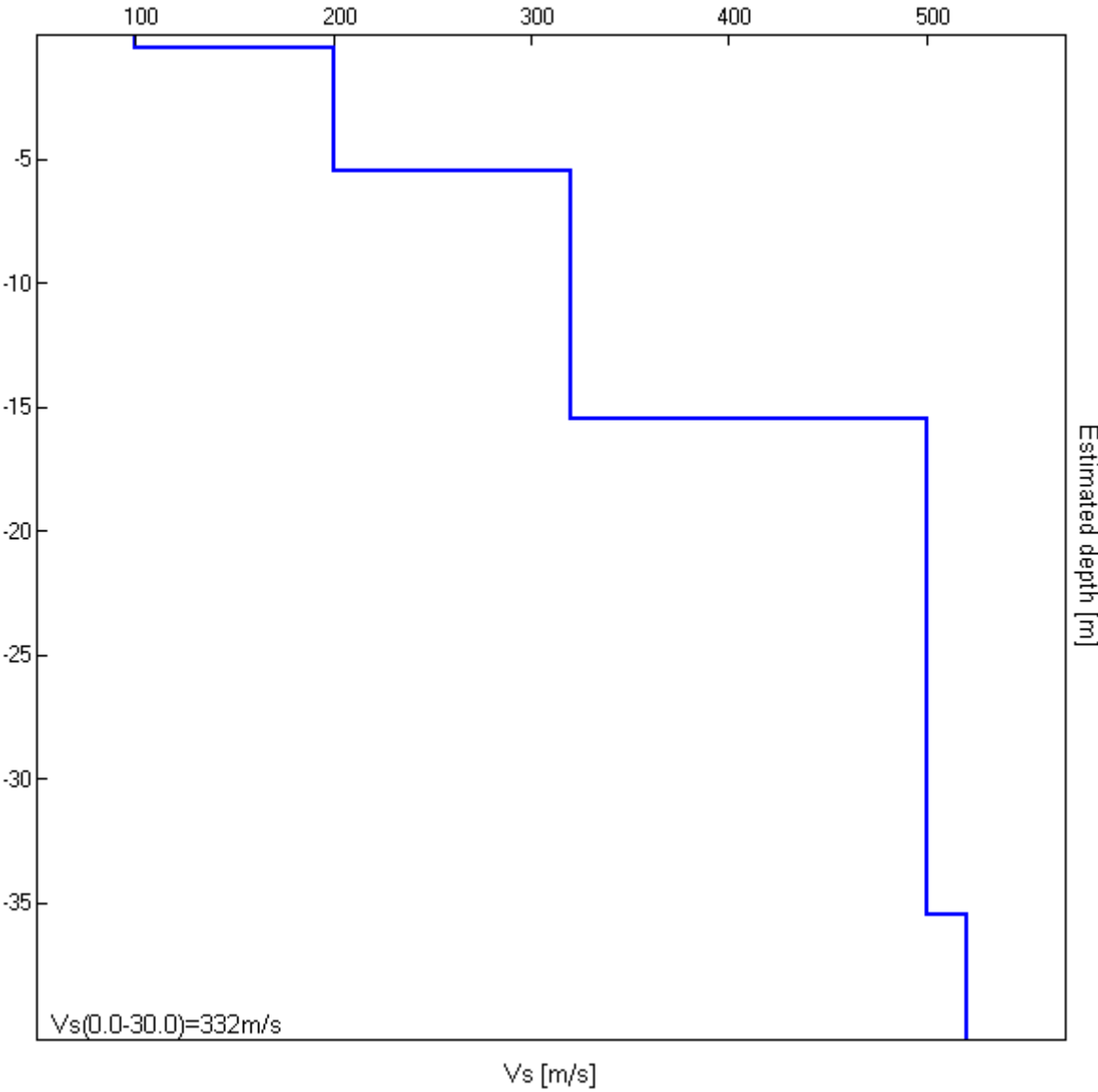


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	100	0.42
5.50	5.00	200	0.42
15.50	10.00	320	0.42
35.50	20.00	500	0.42
inf.	inf.	520	0.42

$V_s(0.0-30.0)=332\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at  $5.0 \pm 2.08$  Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.00 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4800.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 241 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.813 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.98 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.41681  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.08407 < 0.25$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2352 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## ANALISI SISMICA DI SITO SECONDO METODOLOGIA MASW

**Cantiere:** Autodromo di Modena, loc. Marzaglia

**Data:** 15/01/2020

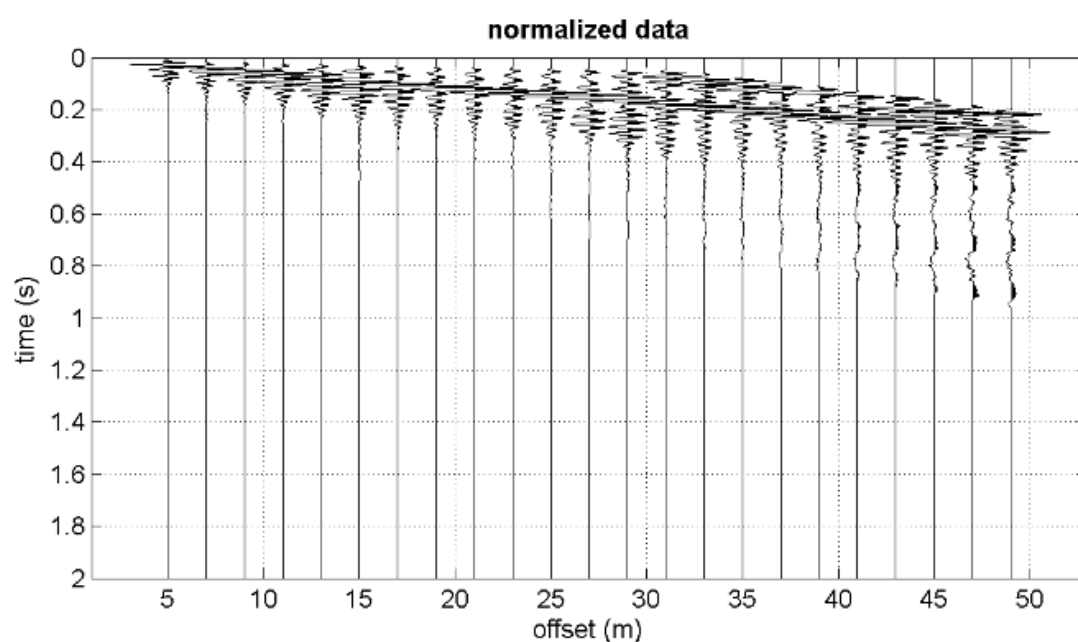
**Lavoro:** studio del terreno di fondazione

**Responsabile:** Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

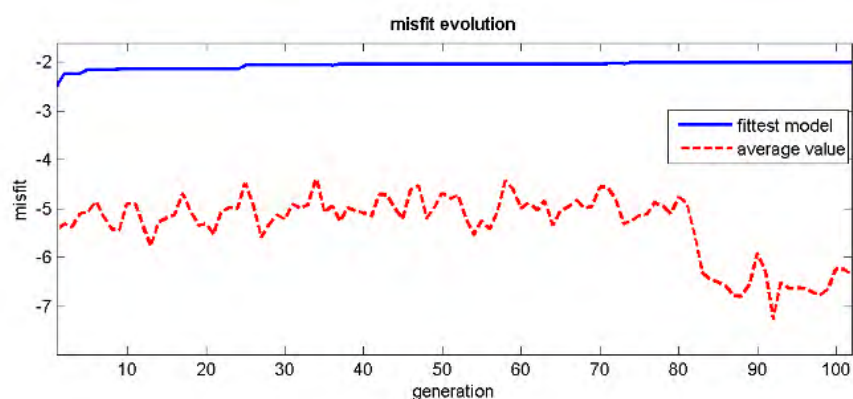
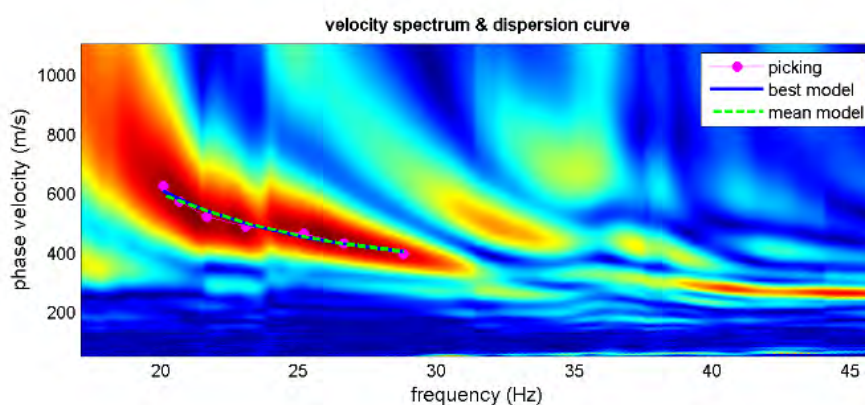
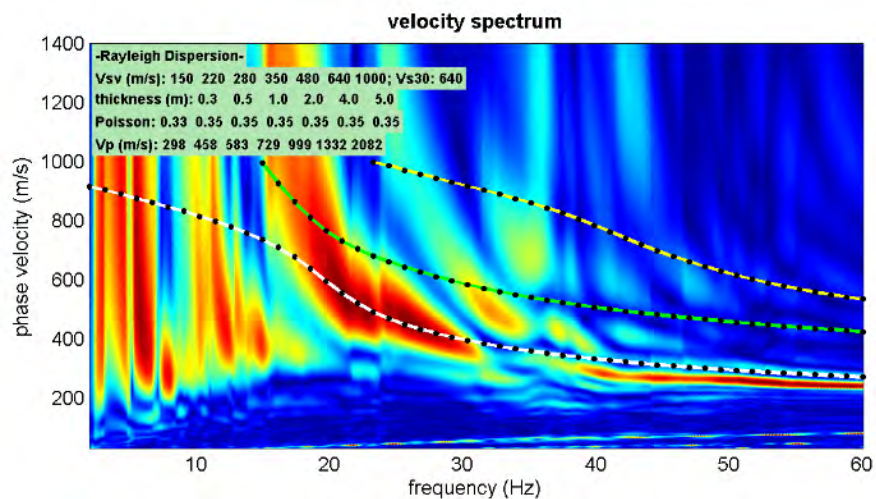
**RIF. MASW**  
**95/19**



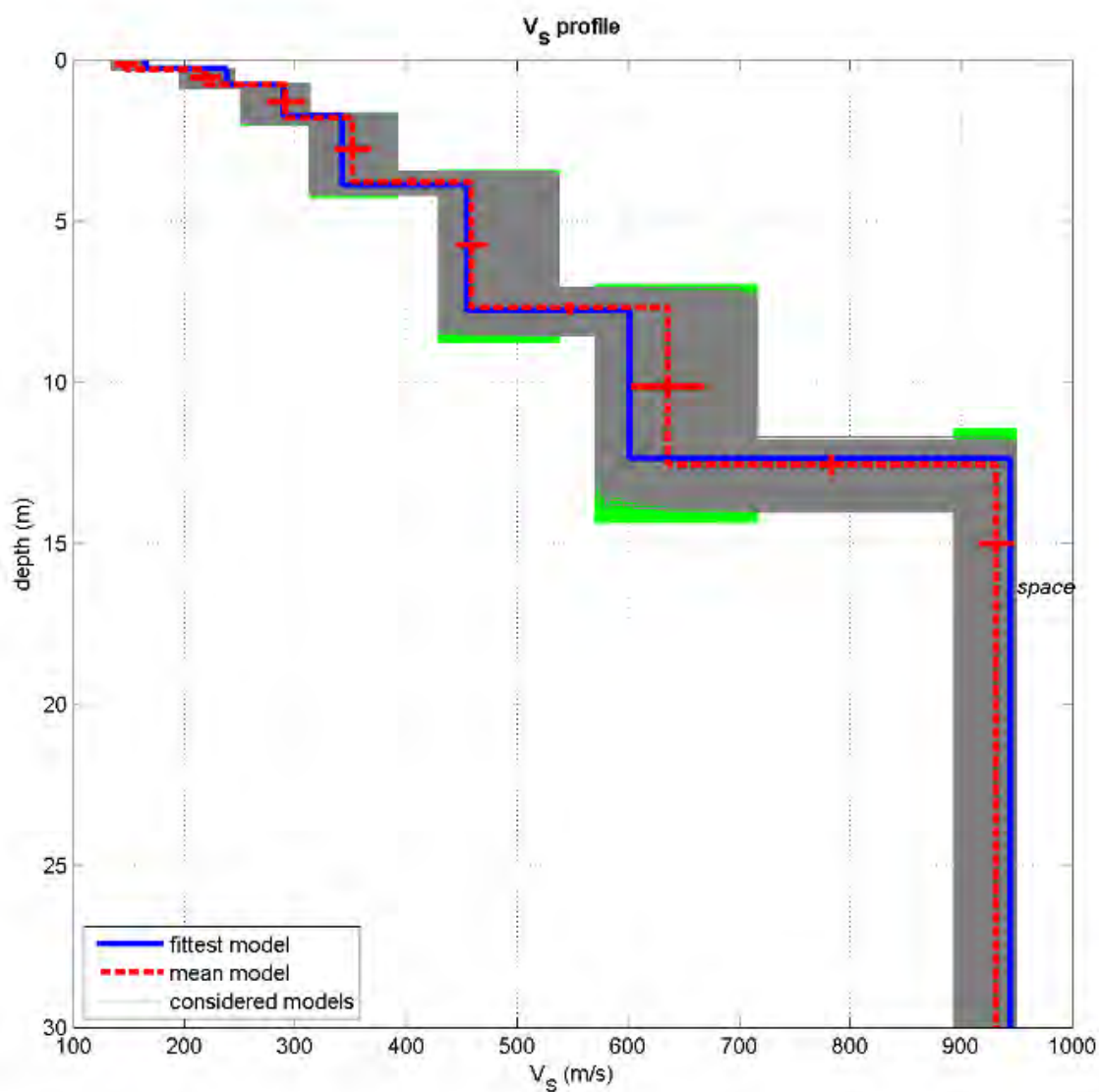
UBICAZIONE DELLO STENDIMENTO SISMICO IMPIEGATO



## SPETTRO RELATIVO ALLE VELOCITÀ DI FASE REGISTRATE NEL DOMINIO DELLE FREQUENZE



## MODELLO $V_{s30}$ DERIVATO DALL'INDAGINE MASW ESEGUITA



dataset: 1030.dat

dispersion curve: pick.cdp

$V_{s30}$  (best model): 623 m/s

$V_{s30}$  (mean model): 622 m/s

**BEST MODEL**  
 **$V_{s30} = 623$  m/s**



## AUTODROMO MODENA Indagine sismica HVSR2

Instrument: TE3-0303/01-17

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: 51

Start recording: 15/01/20 11:16:46 End recording: 15/01/20 11:36:46

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 78% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

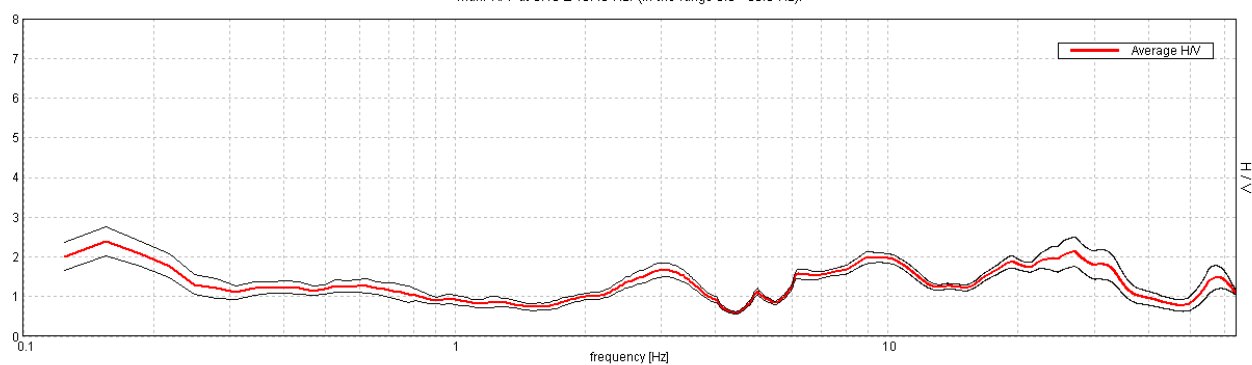
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

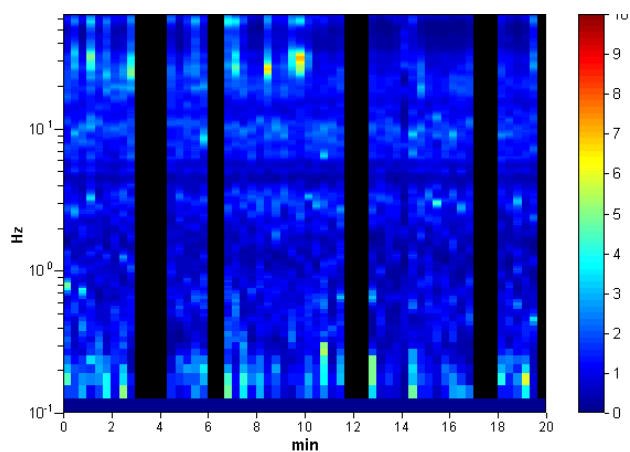
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

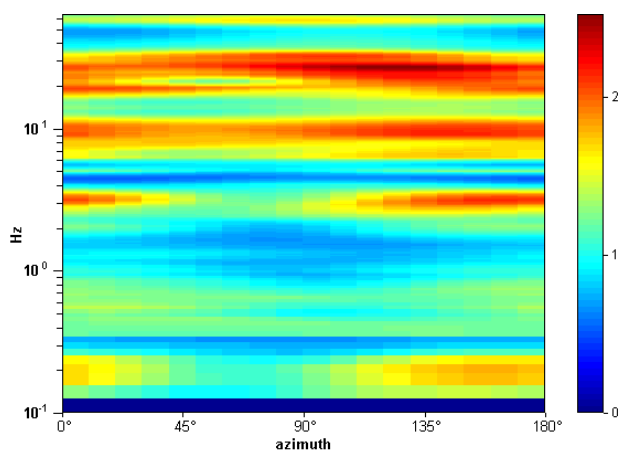
Max. H/V at  $0.16 \pm 13.48$  Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



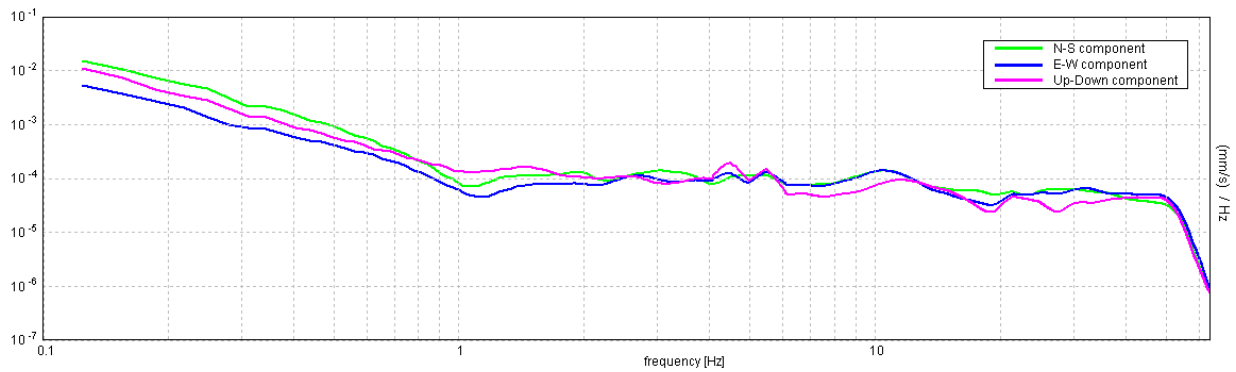
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



## SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at  $0.16 \pm 13.48$  Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.16 > 0.50$		<b>NO</b>
$n_c(f_0) > 200$	$146.9 > 200$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 8 times	<b>OK</b>	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	<b>OK</b>	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.313 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.39 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 86.29753  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$13.48399 < 0.03906$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3691 < 3.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## ANALISI SISMICA DI SITO SECONDO METODOLOGIA MASW

**Cantiere:** Autodromo di Modena, loc. Marzaglia

**Data:** 15/01/2020

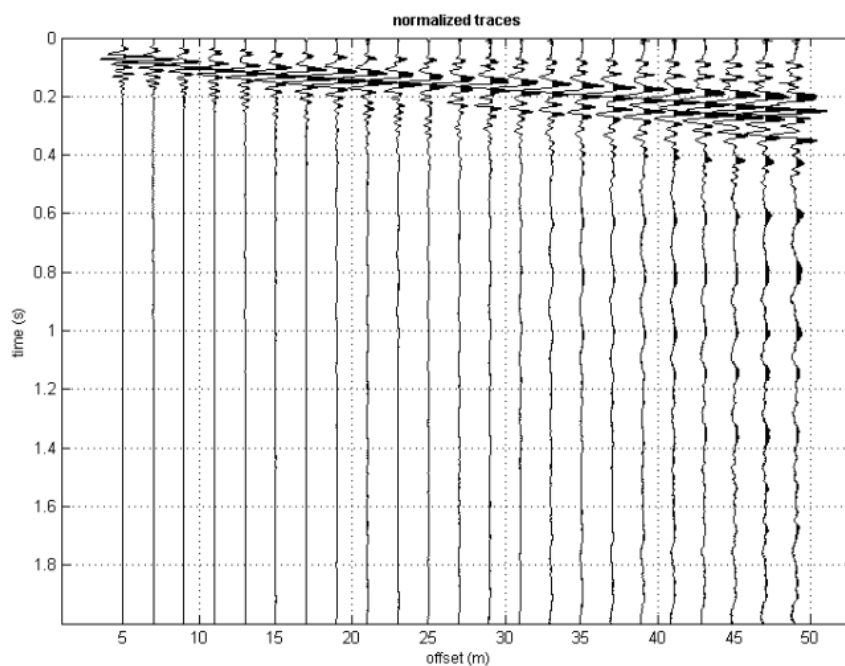
**Lavoro:** studio del terreno di fondazione

**Responsabile:** Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

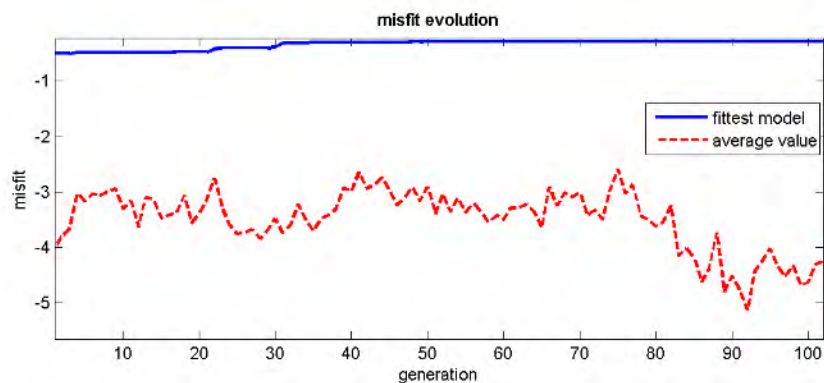
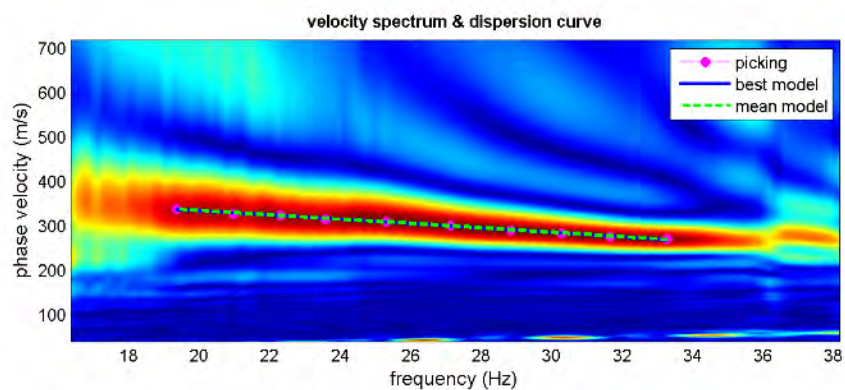
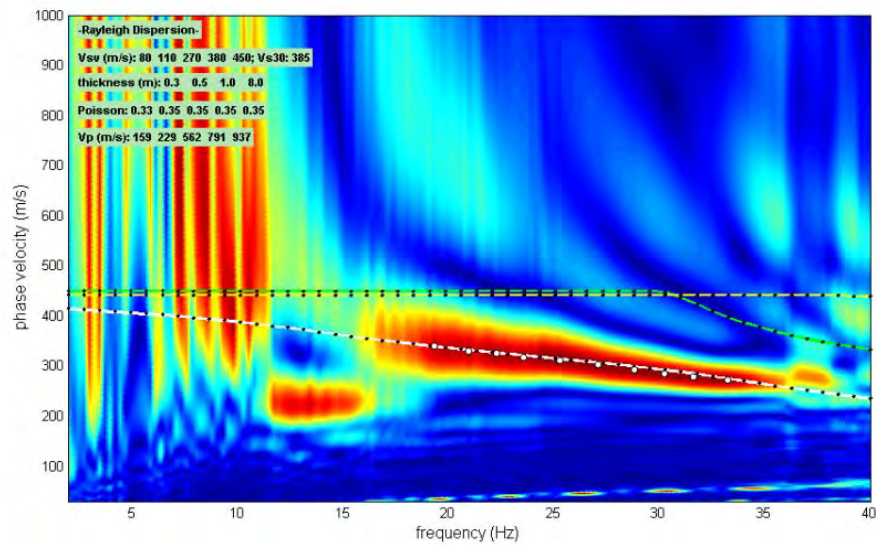
**RIF. MASW**  
**95/19**



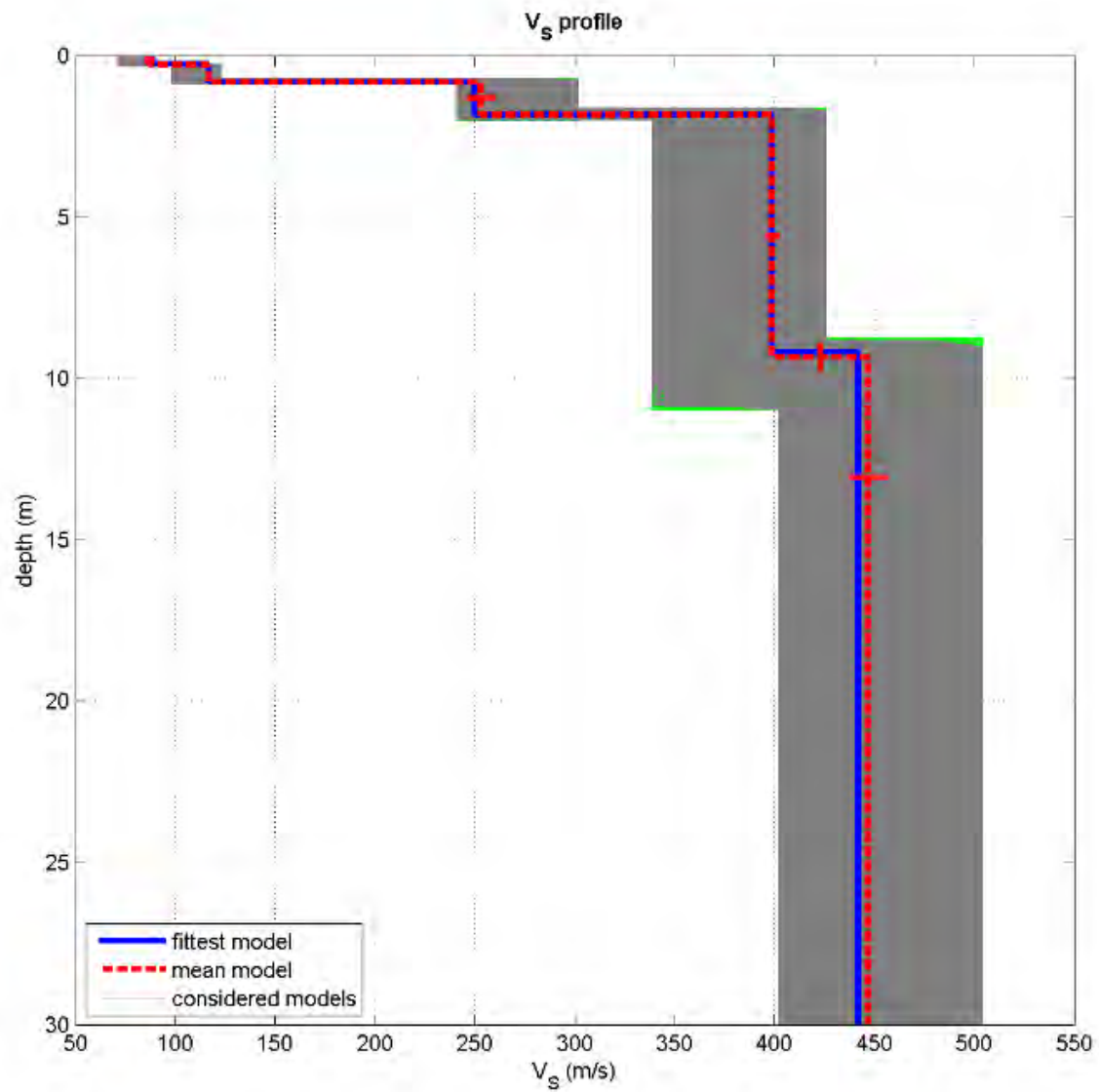
UBICAZIONE DELLO STENDIMENTO SISMICO IMPIEGATO



## SPETTRO RELATIVO ALLE VELOCITÀ DI FASE REGISTRATE NEL DOMINIO DELLE FREQUENZE



## MODELLO $V_{s30}$ DERIVATO DALL'INDAGINE MASW ESEGUITA



dataset: 1036.dat

dispersion curve: pick.cdp

$V_{s30}$  (best model): 387 m/s

$V_{s30}$  (mean model): 390 m/s

**BEST MODEL**  
 **$V_{s30} = 387$  m/s**



## AUTODROMO MODENA Indagine sismica HVSR3

Instrument: TE3-0303/01-17

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: 51

Start recording: 15/01/20 12:16:06 End recording: 15/01/20 12:36:06

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 85% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

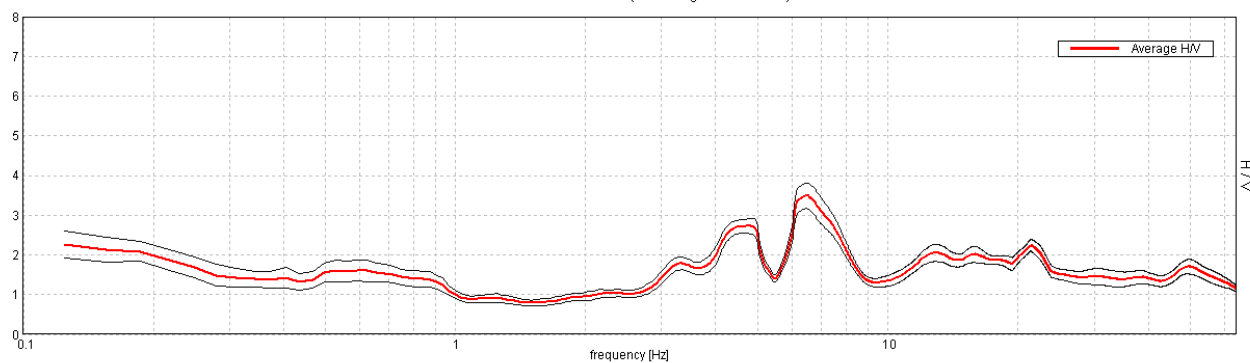
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

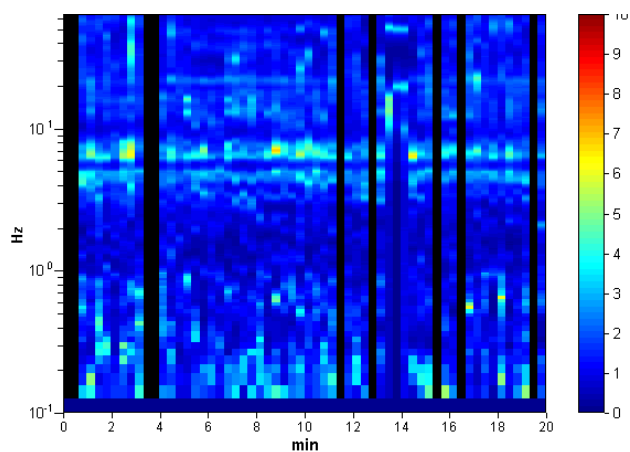
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

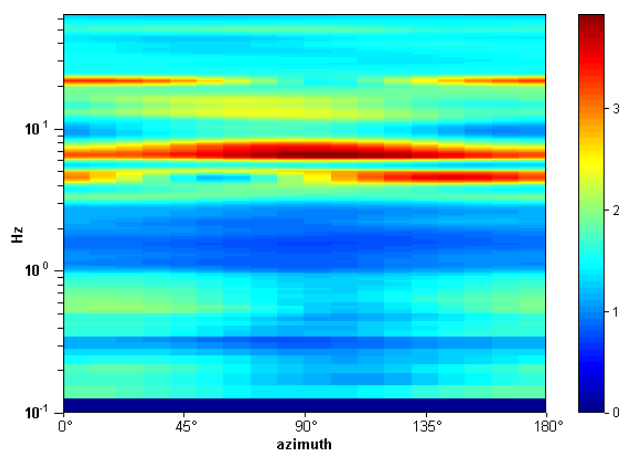
Max. H/V at  $6.53 \pm 0.4$  Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



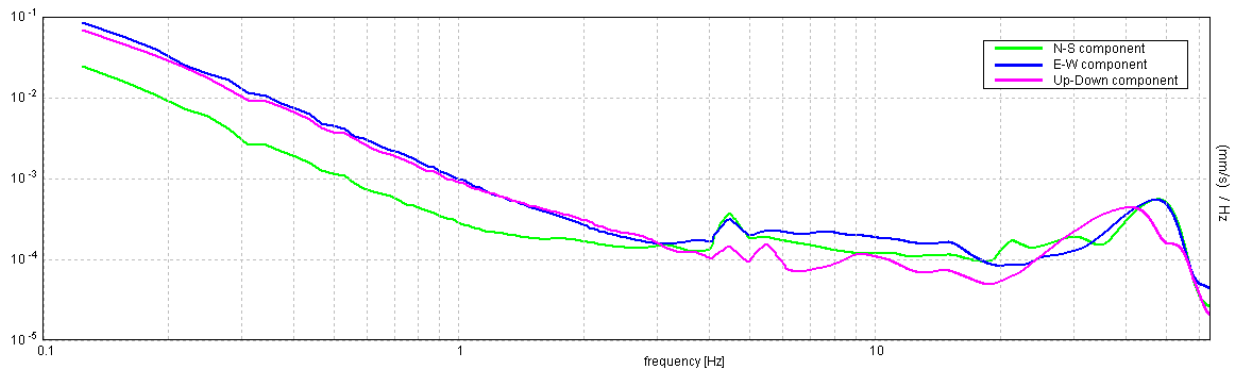
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



## SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at  $6.53 \pm 0.4$  Hz (in the range 0.0 - 30.0 Hz).**

### Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$6.53 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6661.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 314 times	OK	

### Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.688 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.48 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0617  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.40301 < 0.32656$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.322 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

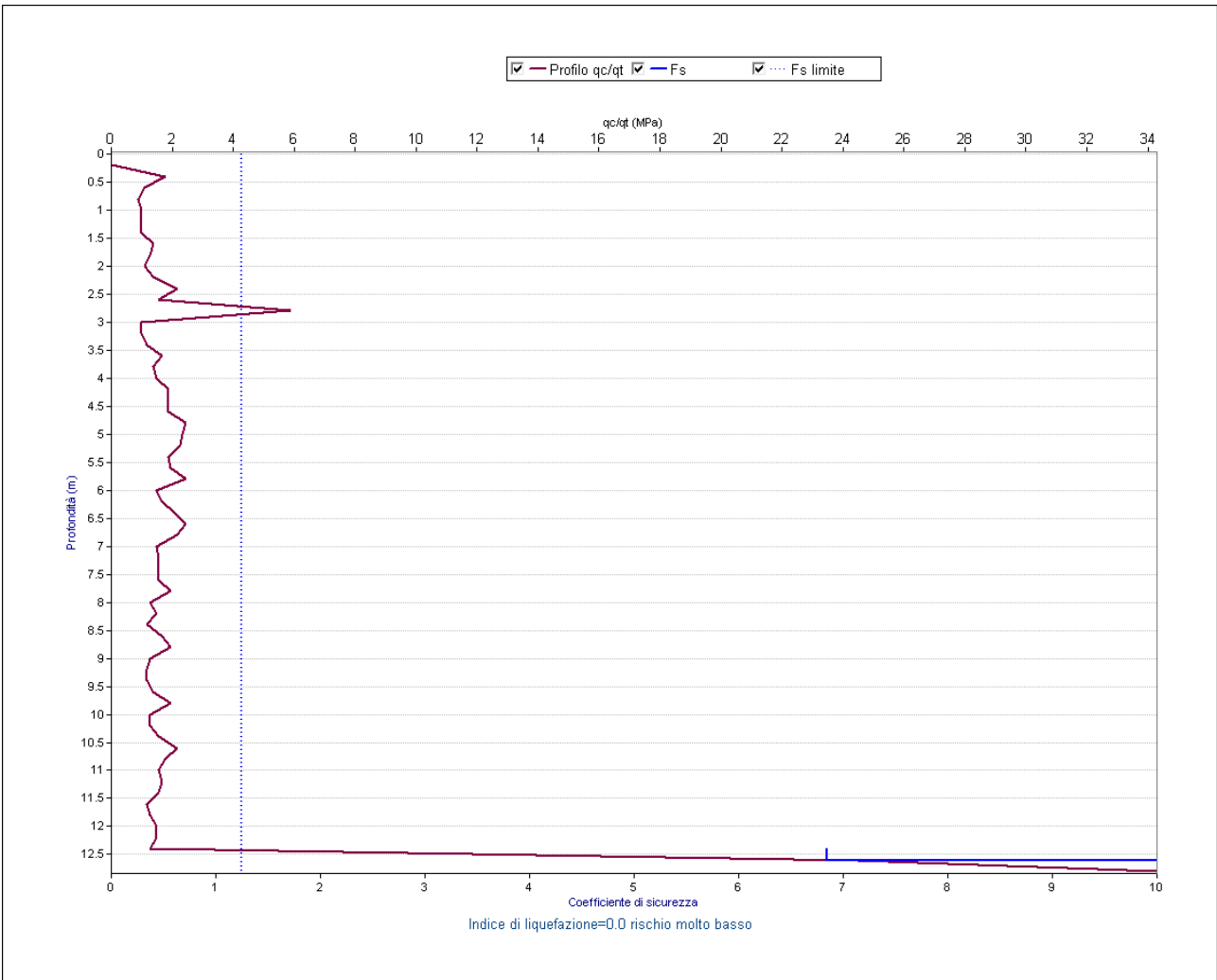
Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

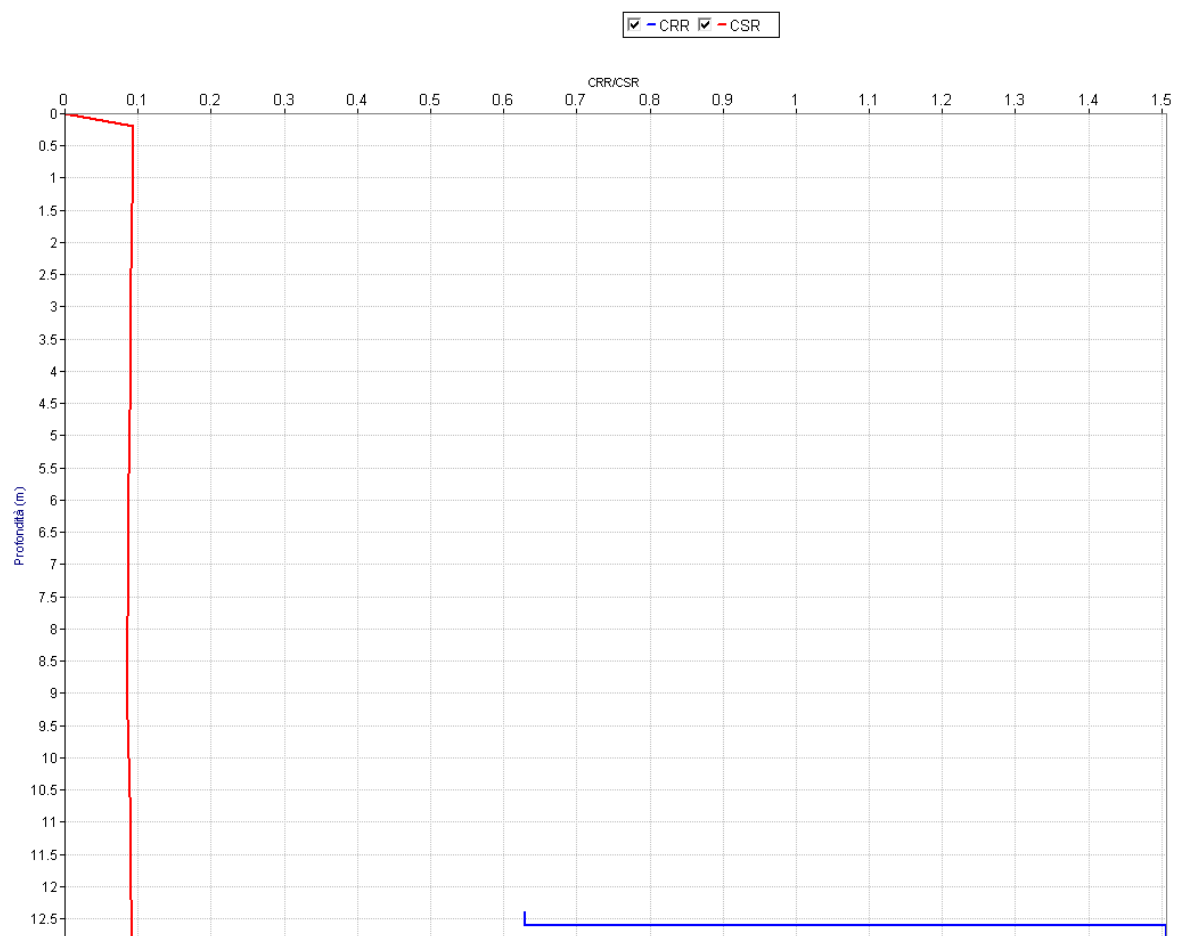
**Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche**

## ALLEGATO N° 3

Verifica alla liquefazione

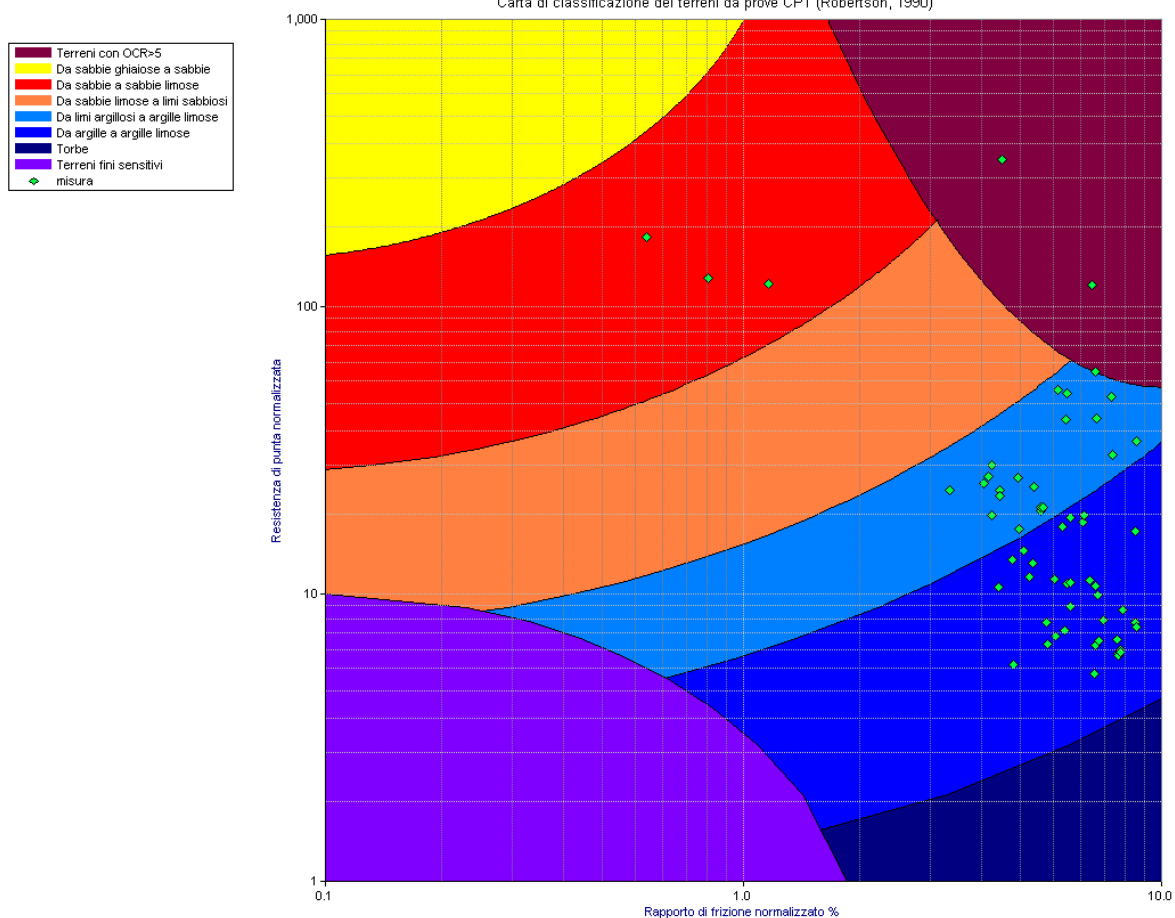
CPT 1



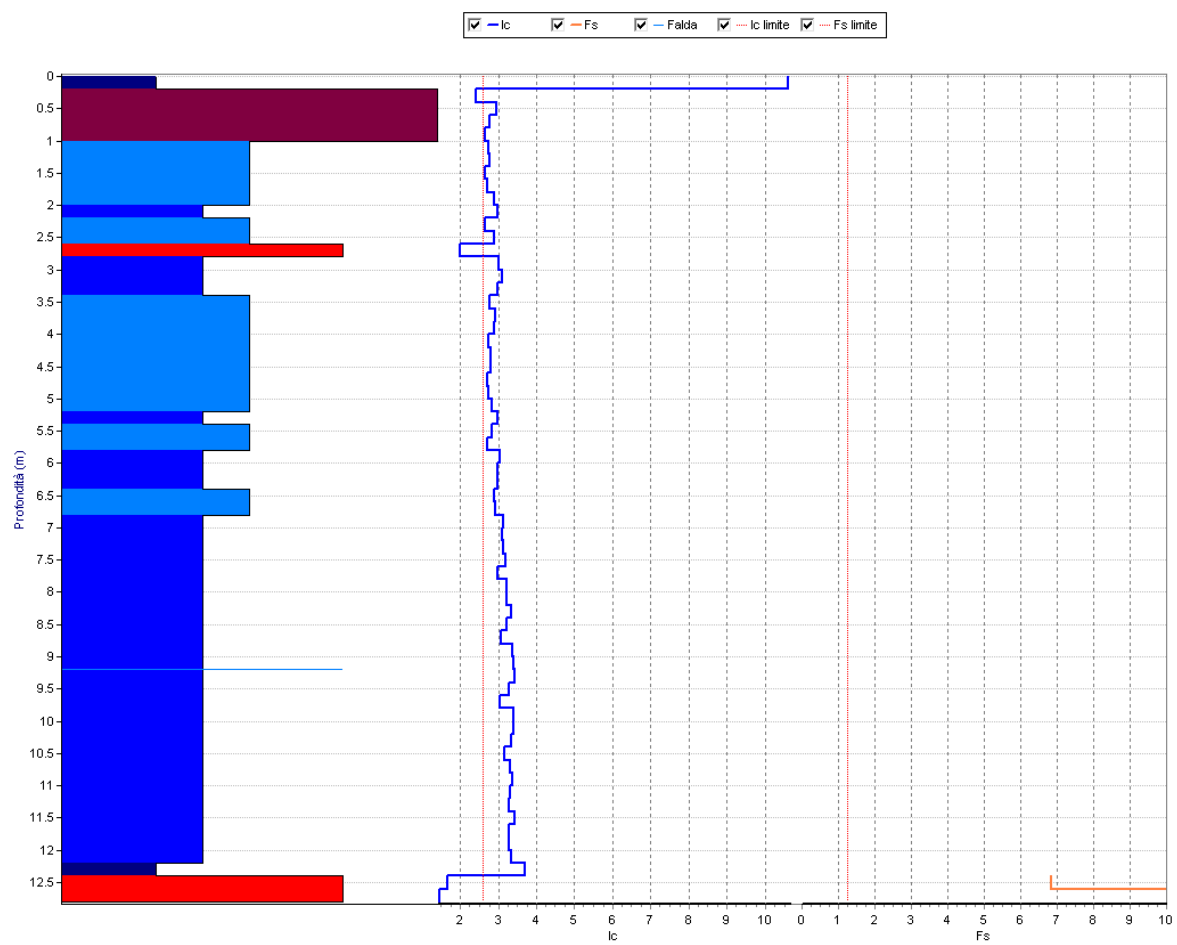


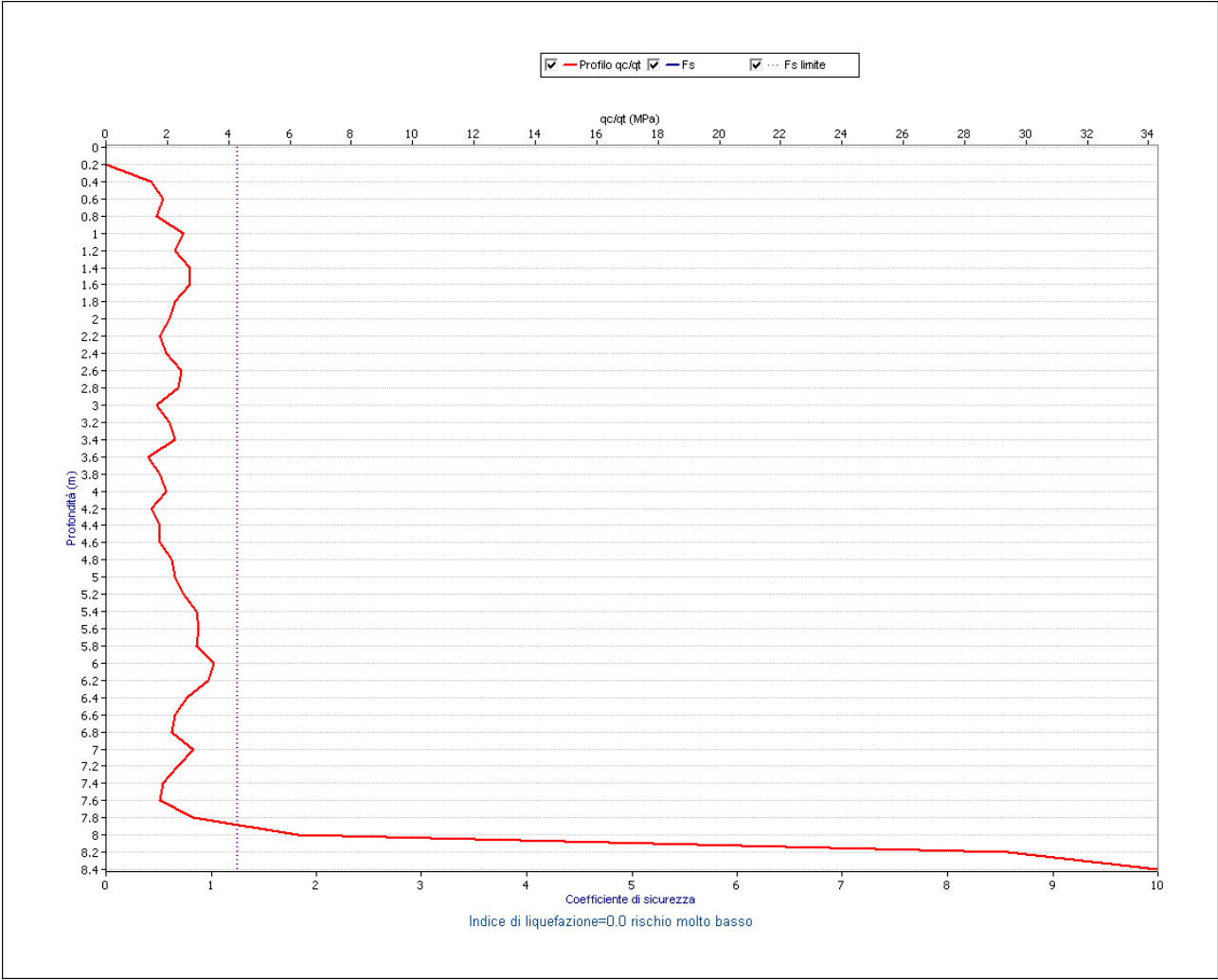


Carta di classificazione dei terreni da prove CPT (Robertson, 1990)



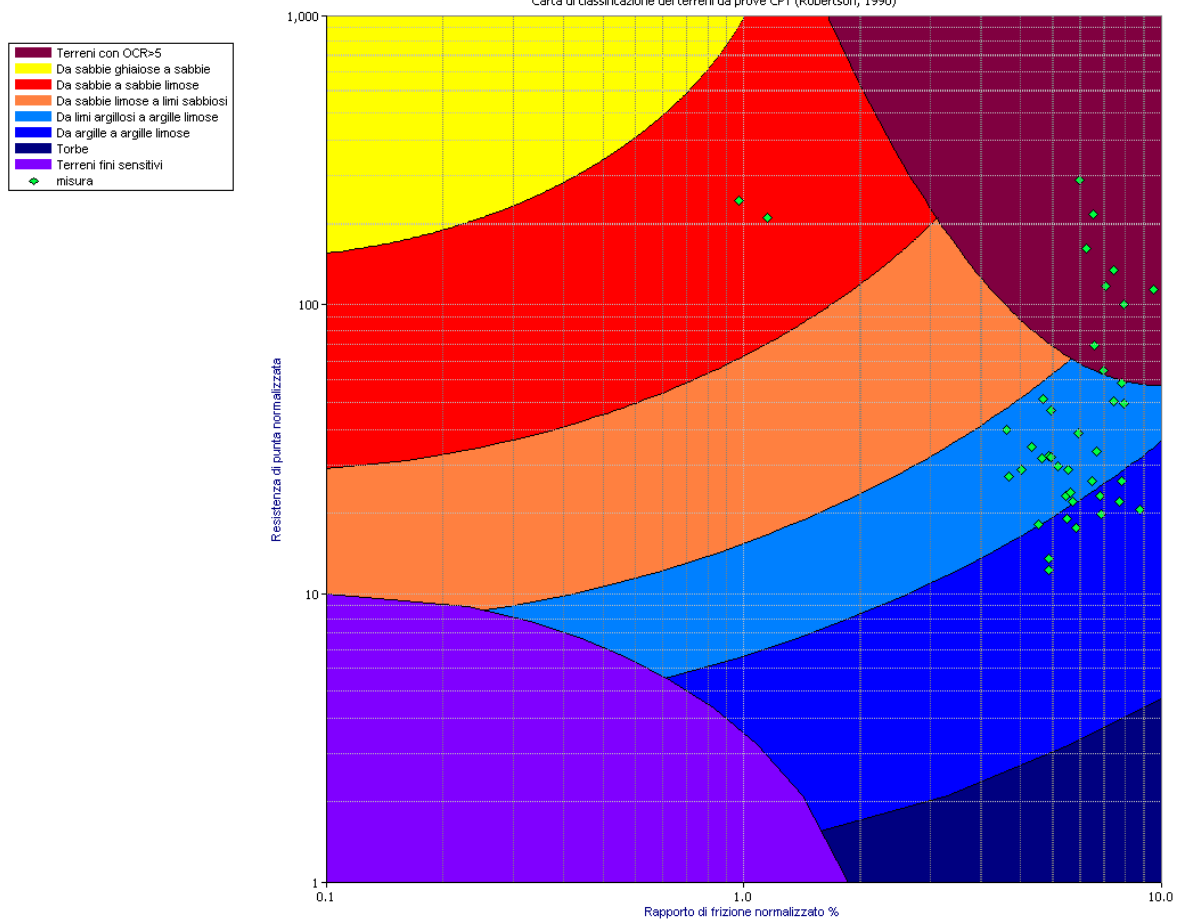
Andamento di  $I_c$  e  $F_s$

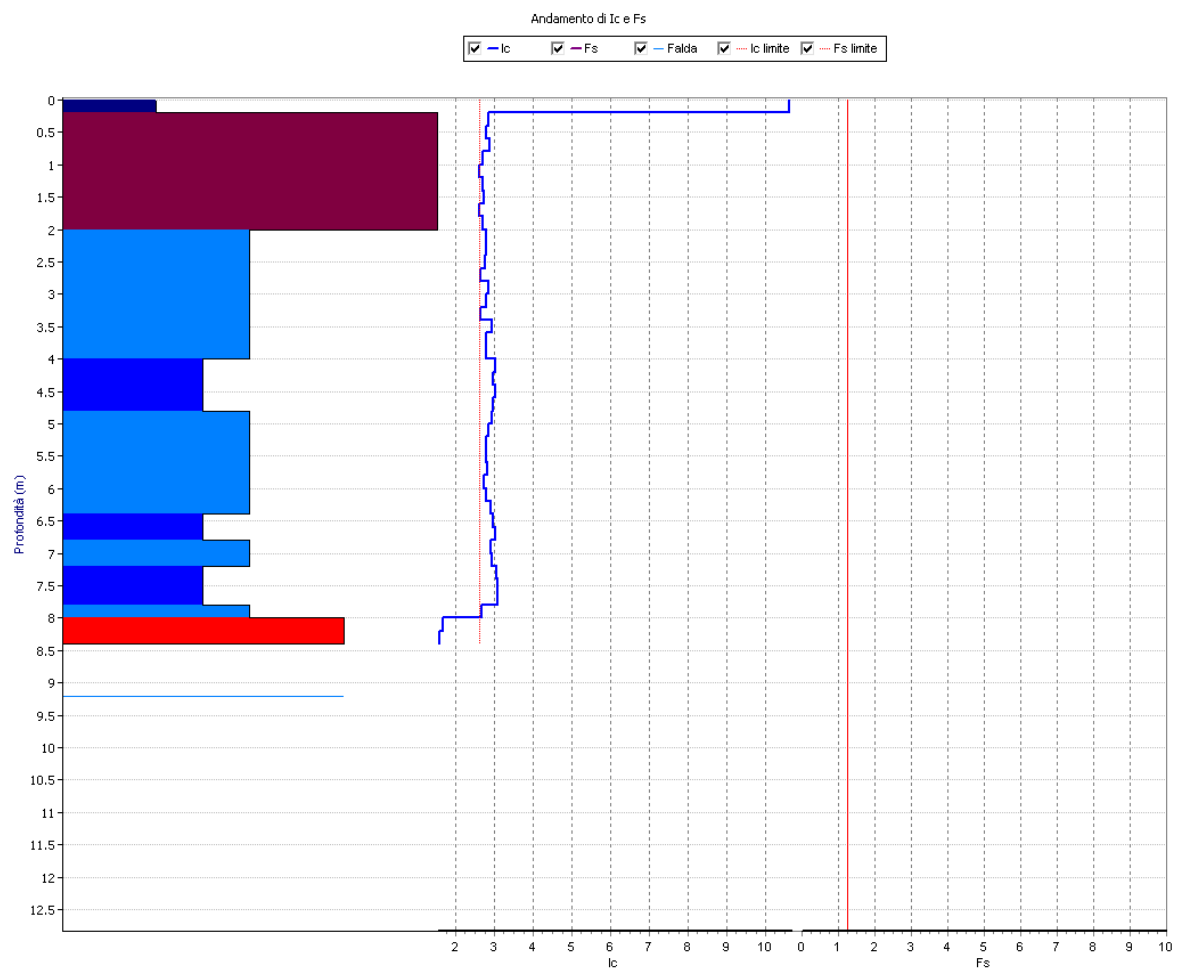






Carta di classificazione dei terreni da prove CPT (Robertson, 1990)







**Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche**

## ALLEGATO N° 4

Prove di laboratorio

<b>RAPPORTO DI PROVA N°: P00295</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/03/20	Inizio analisi: 05/03/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 03/03/2020	Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo
SONDAGGIO: 1                      CAMPIONE: 1                      PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 25,6 %**

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

**PROVE PENETROMETRICHE srl**  
**LABORATORIO GEOTECNICO**  
**IL TECNICO**

**RAPPORTO DI PROVA N°: P00289** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 03/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 1

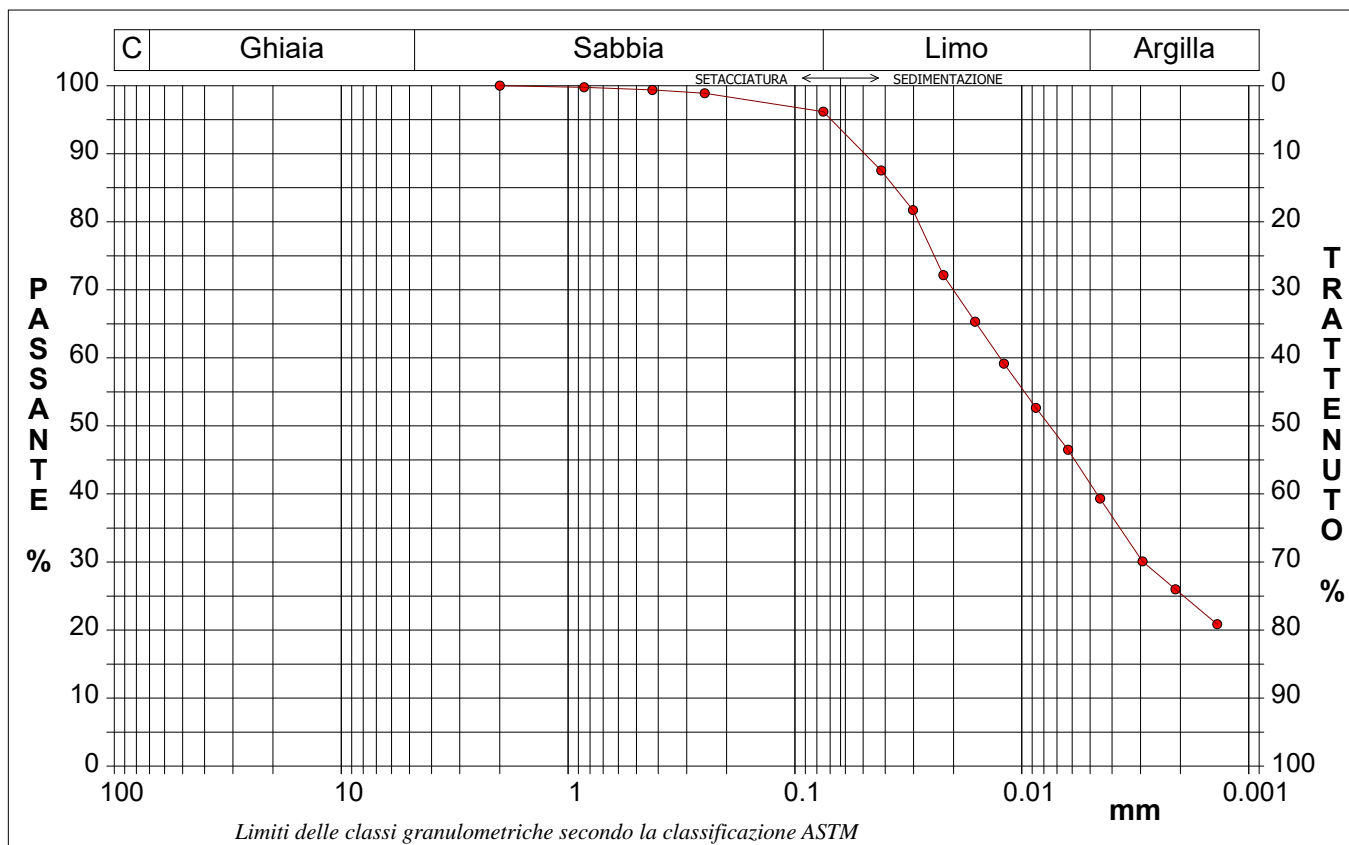
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	3,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,4 %	D30	0,00292	mm
Limo	54,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	96,2 %	D50	0,00753	mm
Argilla	41,6 %			D60	0,01249	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	0,04929	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0417	87,53	0,0087	52,66	0,0014	20,86		
0,8500	99,76	0,0302	81,72	0,0063	46,50				
0,4250	99,37	0,0222	72,15	0,0045	39,32				
0,2500	98,88	0,0161	65,31	0,0029	30,09				
0,0750	96,18	0,0120	59,15	0,0021	25,99				
								Setacci	4
								Punti sediment.	11

**RAPPORTO DI PROVA N°: P00295** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 05/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00, ASTM D4943-02

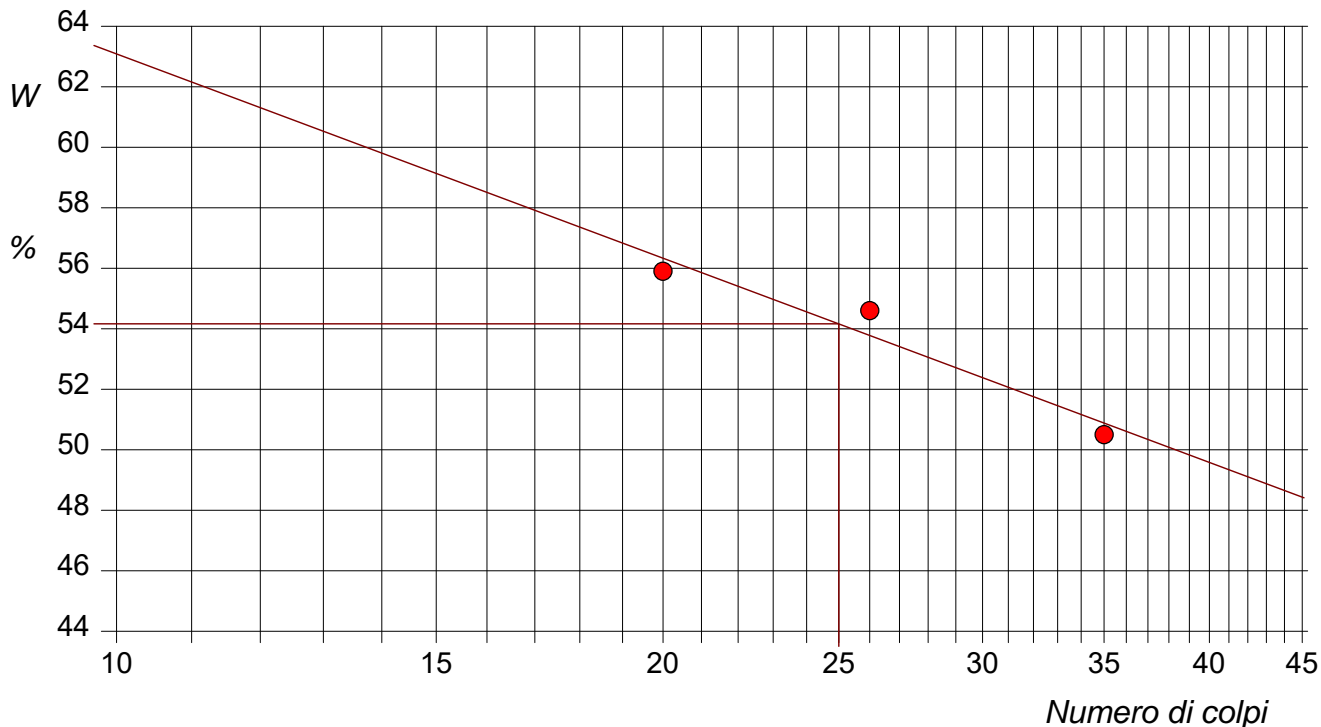
Limite di liquidità 54,2 %

Limite di plasticità 28,5 %

Indice di plasticità 25,7 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	20	26	35			Umidità (%)	27,6	29,3
Umidità (%)	55,9	54,6	50,5			Umidità media	28,5	

### Determinazione del Limite di liquidità



RAPPORTO DI PROVA N°: **P00295** Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 05/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.50 - 2.00

## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00, ASTM D4943-02

Limite di liquidità	54,2	%
Limite di plasticità	28,5	%
Indice di plasticità	25,7	%
Indice di consistenza	1,11	
Passante al set. n° 40	NO	

### C - Argille inorganiche

M - Limi inorganici

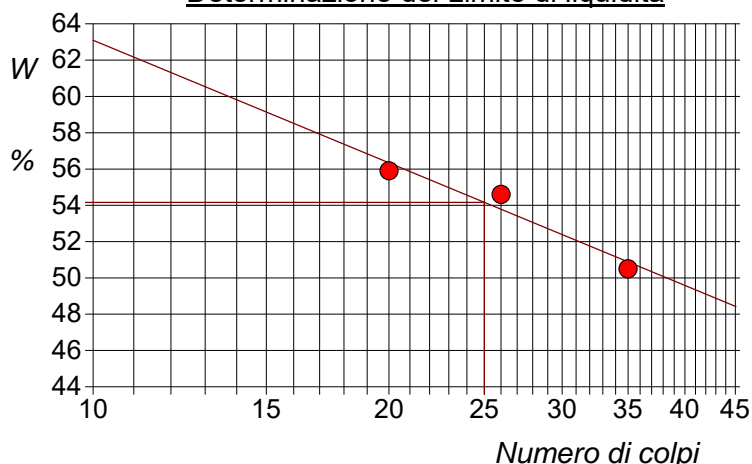
O - Argille e limi organici

L - Bassa compressibilità

I - Media compressibilità

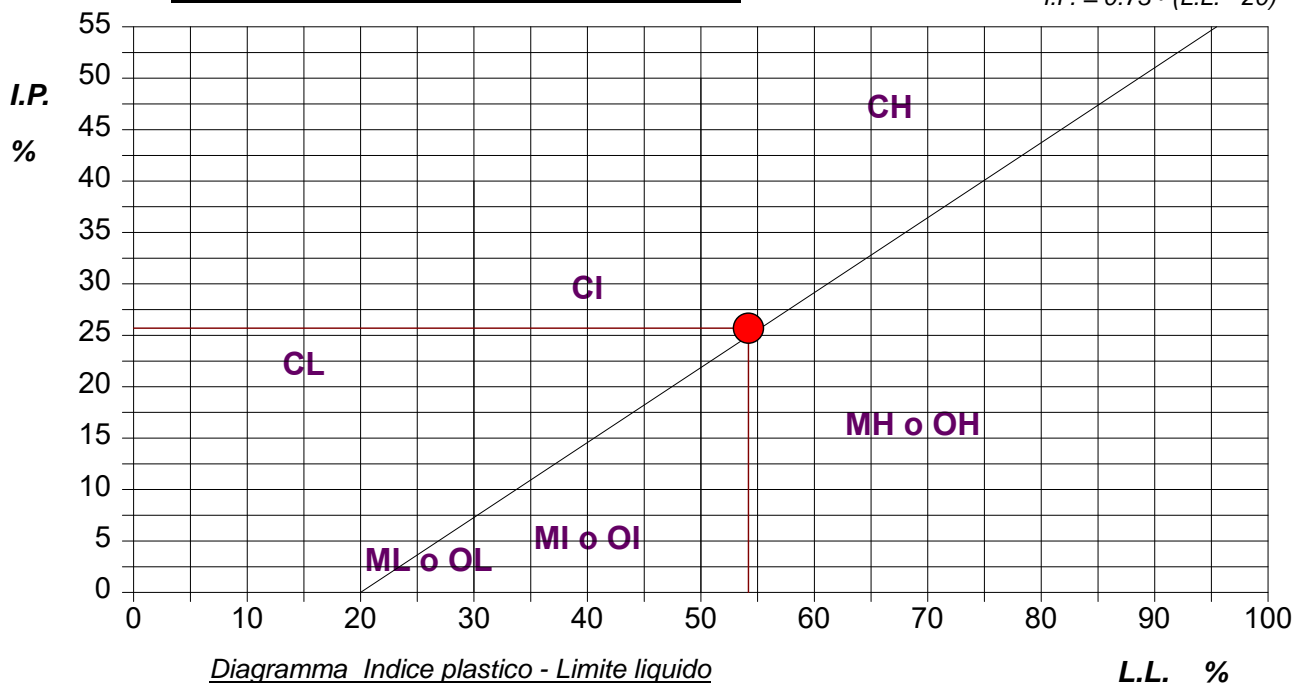
H - Alta compressibilità

### Determinazione del Limite di liquidità



## ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



RAPPORTO DI PROVA N°: <b>P00296</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/03/20	Inizio analisi: 05/03/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 03/03/2020	Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo
SONDAGGIO: 5                      CAMPIONE: 1                      PROFONDITA': m 0.30 - 1.00

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20,8 %**

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

PROVE PENETROMETRICHE srl  
LABORATORIO GEOTECNICO  
Il Tecnico



**RAPPORTO DI PROVA N°: P00290** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 03/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 5

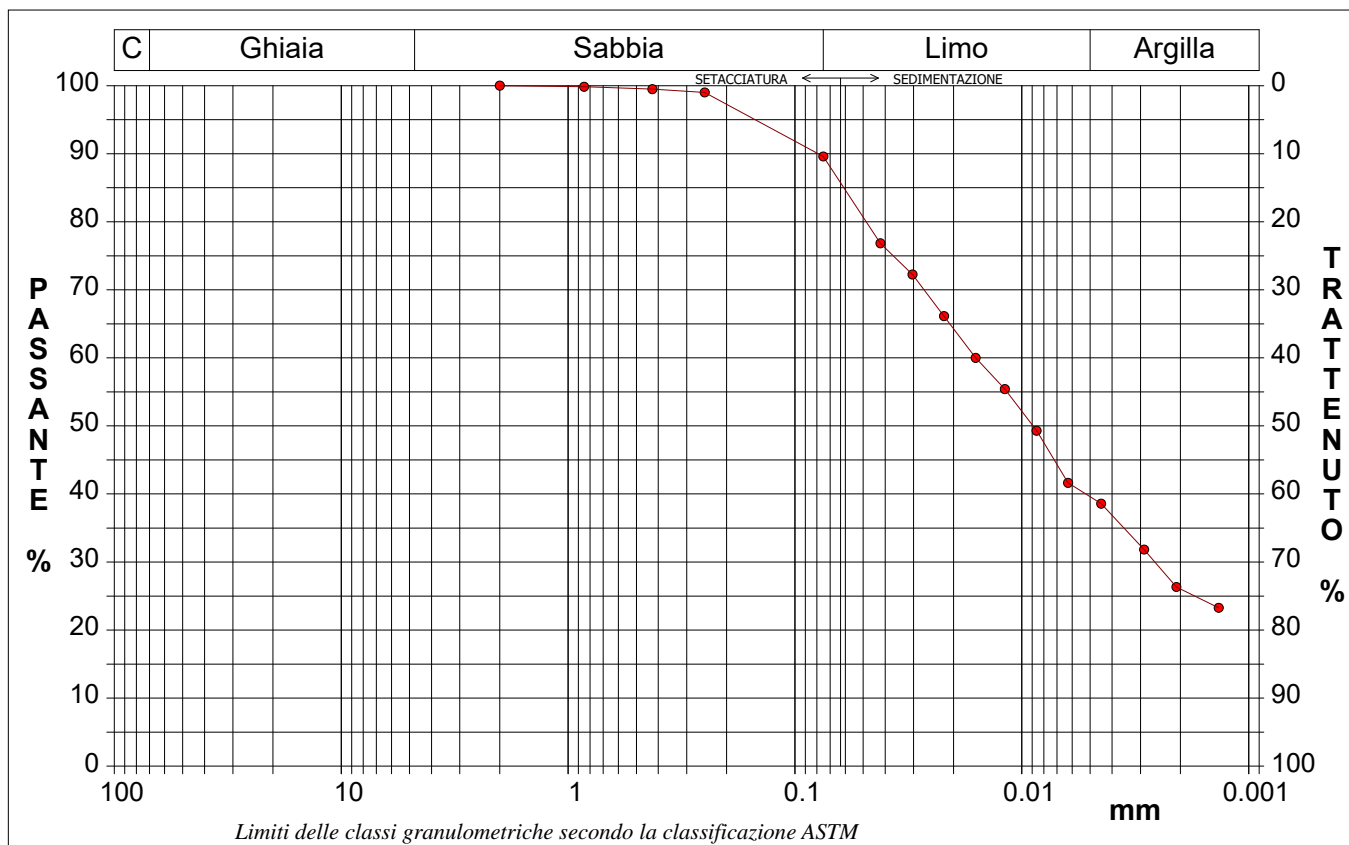
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 0.30 - 1.00

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D421-02, ASTM D422-02

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	10,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,5 %	D30	0,00259	mm
Limo	50,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	89,6 %	D50	0,00893	mm
Argilla	39,6 %			D60	0,01597	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	
				D90	0,07900	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0420	76,84	0,0086	49,29	0,0014	23,27		
0,8500	99,85	0,0303	72,25	0,0063	41,64				
0,4250	99,50	0,0220	66,13	0,0045	38,58				
0,2500	99,00	0,0160	60,01	0,0029	31,84				
0,0750	89,59	0,0119	55,41	0,0021	26,33				
								Setacci	4
								Punti sediment.	11

**RAPPORTO DI PROVA N°: P00296** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 05/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 5

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 0.30 - 1.00

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00, ASTM D4943-02

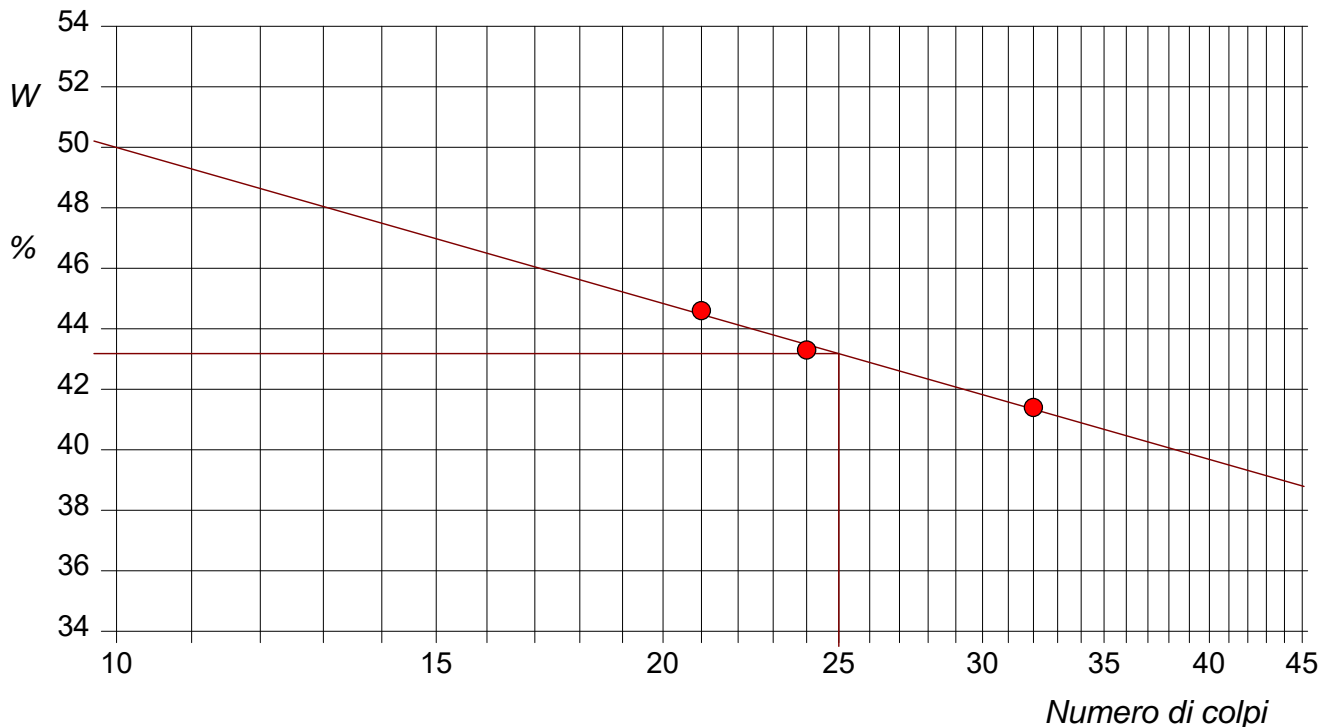
Limite di liquidità 43,2 %

Limite di plasticità 26,6 %

Indice di plasticità 16,6 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	21	24	32			Umidità (%)	27,8	25,3
Umidità (%)	44,6	43,3	41,4			Umidità media	26,6	

### Determinazione del Limite di liquidità



RAPPORTO DI PROVA N°: **P00296** Allegato 1  
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20 Inizio analisi: 05/03/20  
Apertura campione: 03/03/2020 Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 5

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 0.30 - 1.00

## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00, ASTM D4943-02

Limite di liquidità	43,2	%
Limite di plasticità	26,6	%
Indice di plasticità	16,6	%
Indice di consistenza	1,35	
Passante al set. n° 40	NO	

C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

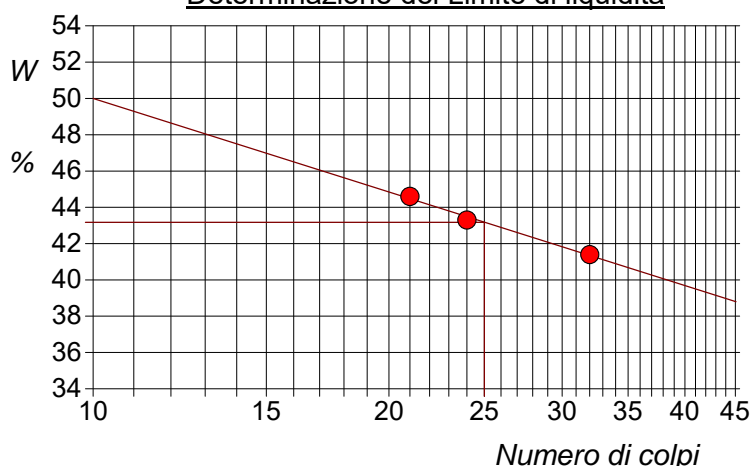
**M - Limi inorganici**

**I - Media compressibilità**

**O - Argille e limi organici**

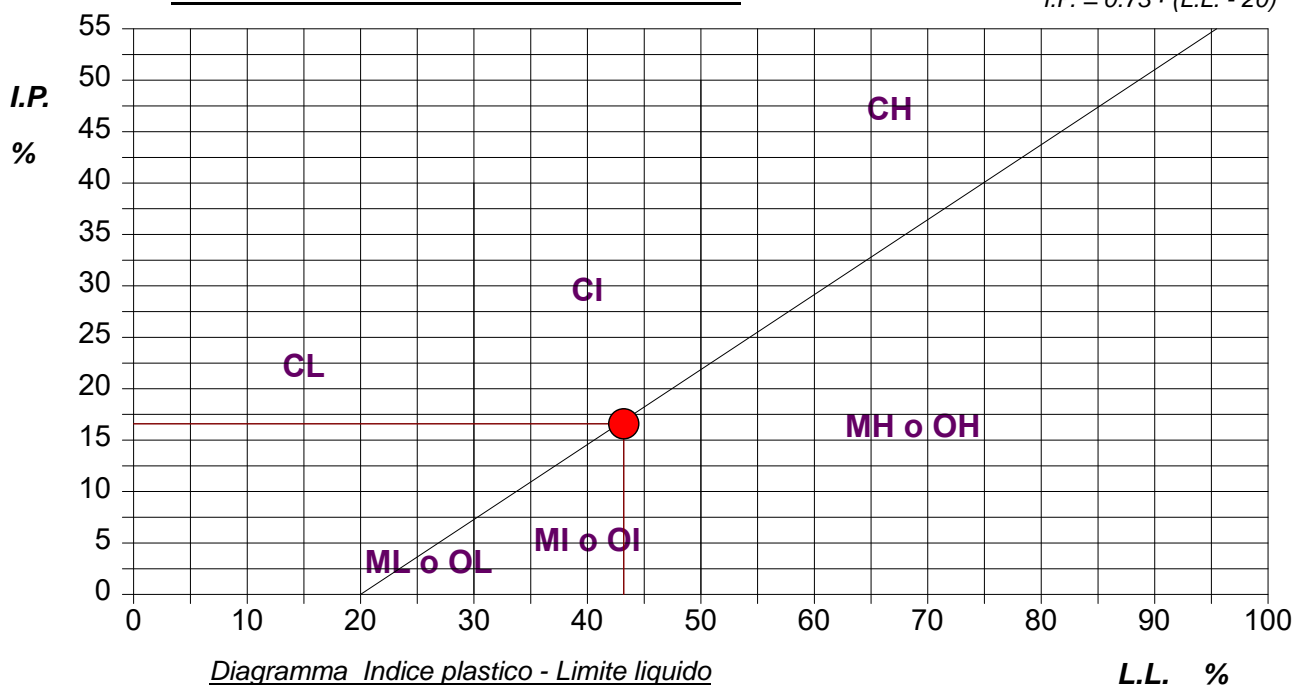
H - Alta compressibilità

### Determinazione del Limite di liquidità



### ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



**RAPPORTO DI PROVA N°: P00293** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 03/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 13

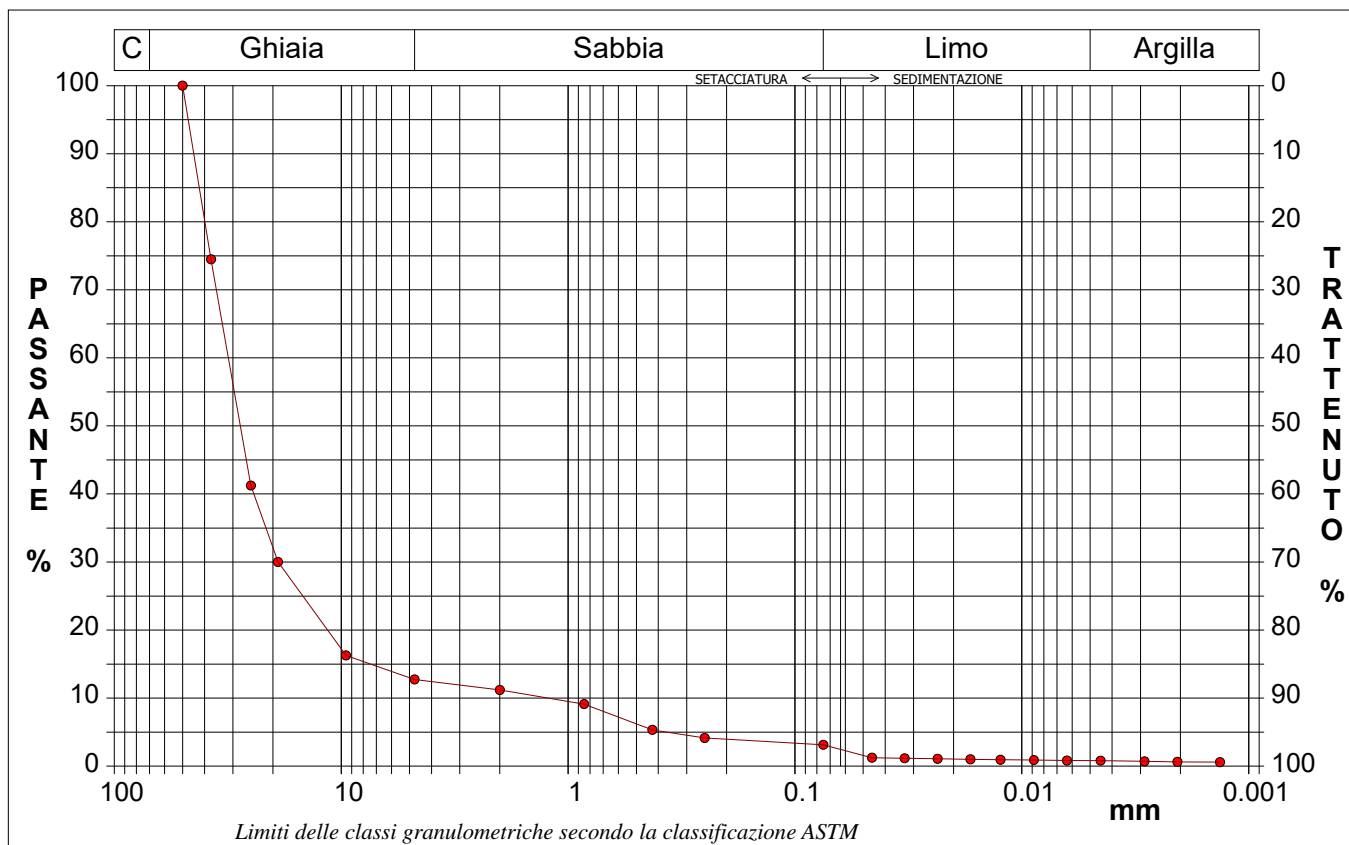
CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 1.20 - 1.40

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D421-02, ASTM D422-02

Ghiaia	87,2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	11,2 %	D10	1,22035 mm	
Sabbia	9,7 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	5,3 %	D30	18,97756 mm	
Limo	2,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	3,1 %	D50	27,82020 mm	
Argilla	0,8 %			D60	31,42823 mm	
Coefficiente di uniformità		25,75	Coefficiente di curvatura	9,39	D90	44,66872 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	4,7500	12,75	0,0750	3,15	0,0124	0,96	0,0021	0,64
37,5000	74,48	2,0000	11,20	0,0457	1,23	0,0088	0,90	0,0013	0,60
25,0000	41,23	0,8500	9,12	0,0328	1,16	0,0063	0,84		
19,0000	30,02	0,4250	5,35	0,0235	1,08	0,0045	0,80	Setacci	10
9,5200	16,27	0,2500	4,14	0,0168	1,00	0,0029	0,72	Punti sediment.	11

<b>RAPPORTO DI PROVA N°: P00298</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/03/20	Inizio analisi: 05/03/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 03/03/2020	Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo
SONDAGGIO: 24                      CAMPIONE: 1                      PROFONDITA': m 0.30 - 1.00

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,9 %**

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

*PROVE PENETROMETRICHE srl*  
LABORATORIO GEOTECNICO  
IL TECNICO

**RAPPORTO DI PROVA N°: P00292** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 03/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 24

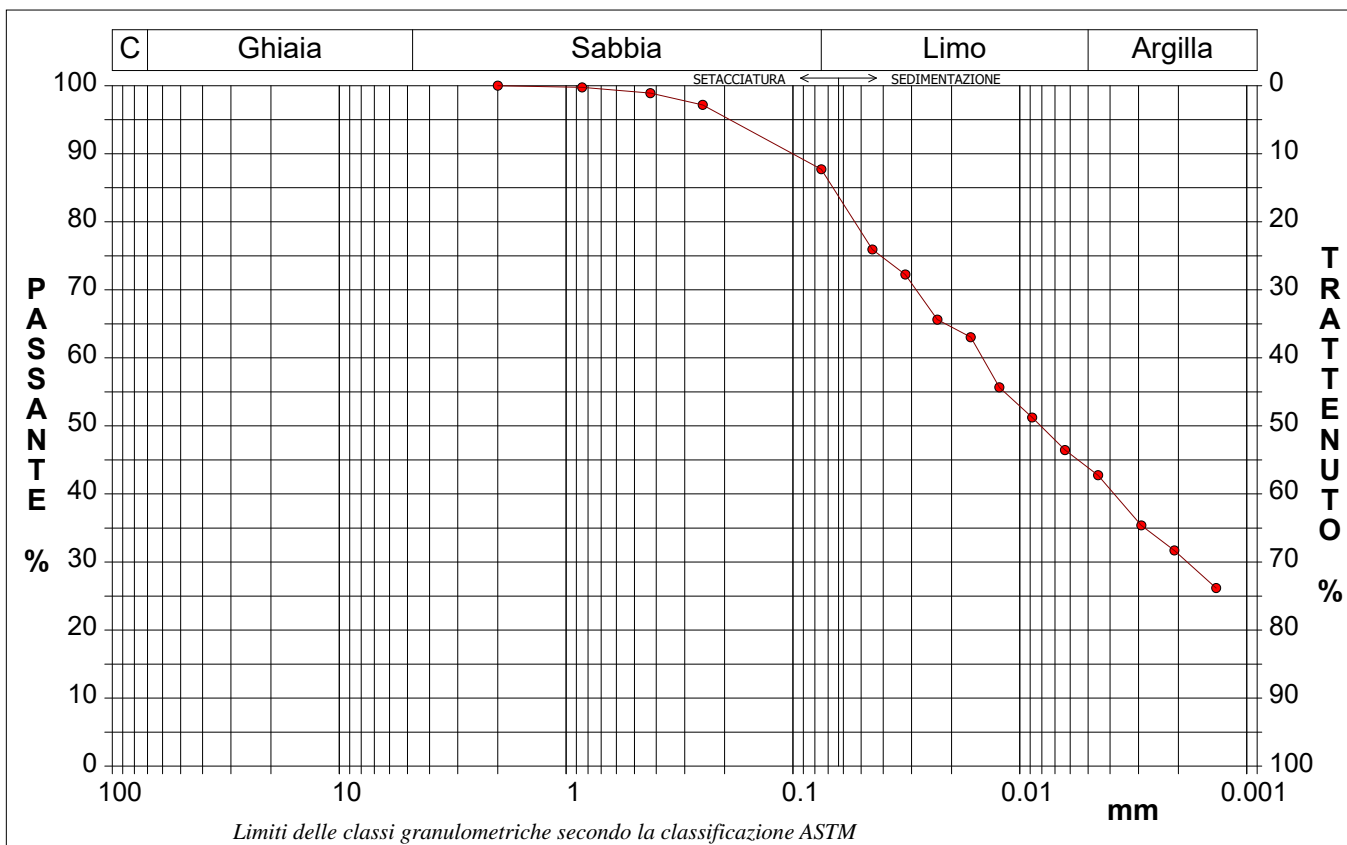
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 0.30 - 1.00

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D421-02, ASTM D422-02

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	12,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,9 %	D30	0,00183	mm
Limo	43,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	87,7 %	D50	0,00809	mm
Argilla	43,9 %			D60	0,01460	mm
				D90	0,10039	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0446	75,94	0,0088	51,24	0,0014	26,17		
0,8500	99,74	0,0320	72,25	0,0063	46,45				
0,4250	98,91	0,0231	65,62	0,0045	42,76				
0,2500	97,19	0,0165	63,04	0,0029	35,39				
0,0750	87,70	0,0123	55,66	0,0021	31,70				
								Setacci	4
								Punti sediment.	11



**RAPPORTO DI PROVA N°: P00298** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 05/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 24

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 0.30 - 1.00

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00, ASTM D4943-02

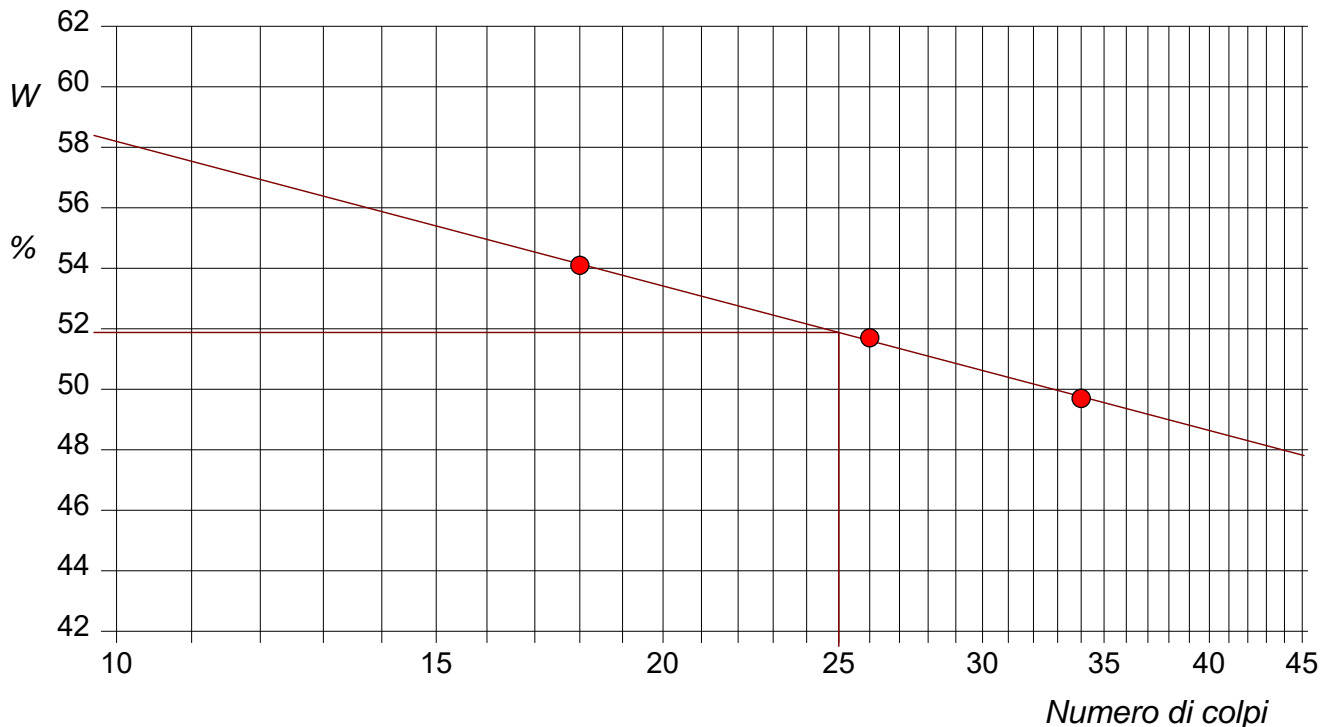
Limite di liquidità 51,9 %

Limite di plasticità 30,3 %

Indice di plasticità 21,6 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	18	26	34			Umidità (%)	28,5	32,1
Umidità (%)	54,1	51,7	49,7			Umidità media	30,3	

### Determinazione del Limite di liquidità



RAPPORTO DI PROVA N°: **P00298** Allegato 1  
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20 Inizio analisi: 05/03/20  
Apertura campione: 03/03/2020 Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 24

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 0.30 - 1.00

## ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00, ASTM D4943-02

Limite di liquidità	51,9	%
Limite di plasticità	30,3	%
Indice di plasticità	21,6	%
Indice di consistenza	1,48	
Passante al set. n° 40	NO	

C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

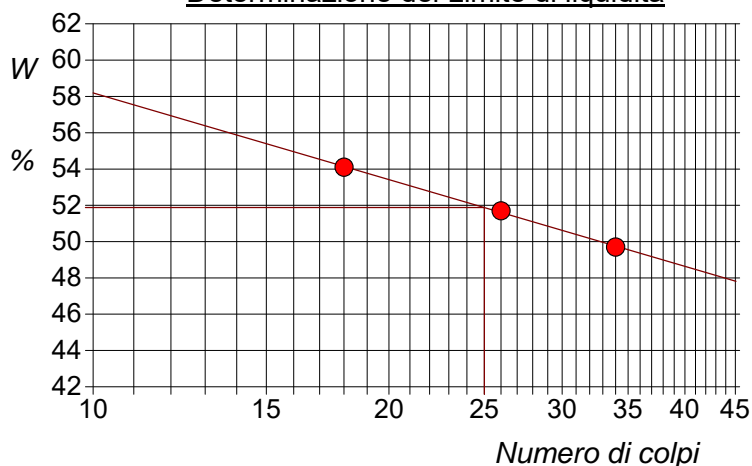
**M - Limi inorganici**

I - Media compressibilità

**O - Argille e limi organici**

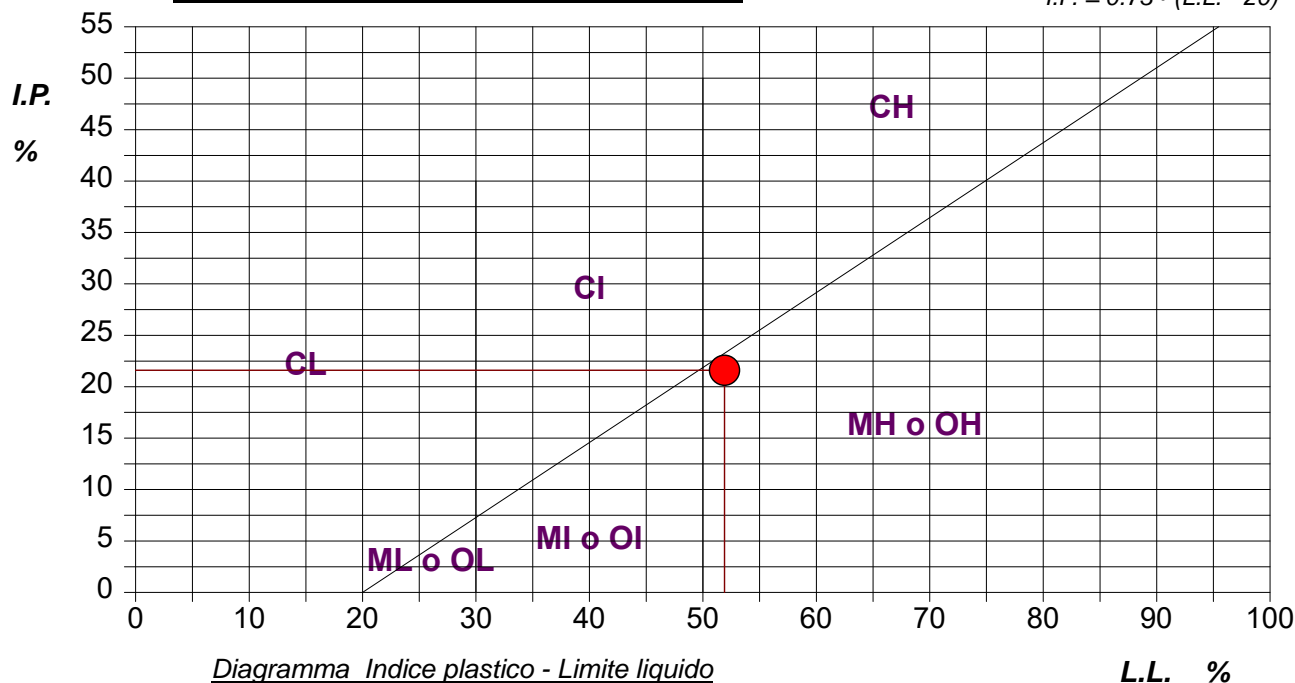
**H - Alta compressibilità**

### Determinazione del Limite di liquidità



### ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



RAPPORTO DI PROVA N°: <b>P00297</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 06/03/20	Inizio analisi: 05/03/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 03/03/2020	Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo
SONDAGGIO: 27                      CAMPIONE: 1                      PROFONDITA': m 0.50 - 1.00

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 15,7 %**

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

PROVE PENETROMETRICHE srl  
LABORATORIO GEOTECNICO  
IL TECNICO

**RAPPORTO DI PROVA N°: P00291** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 03/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 27

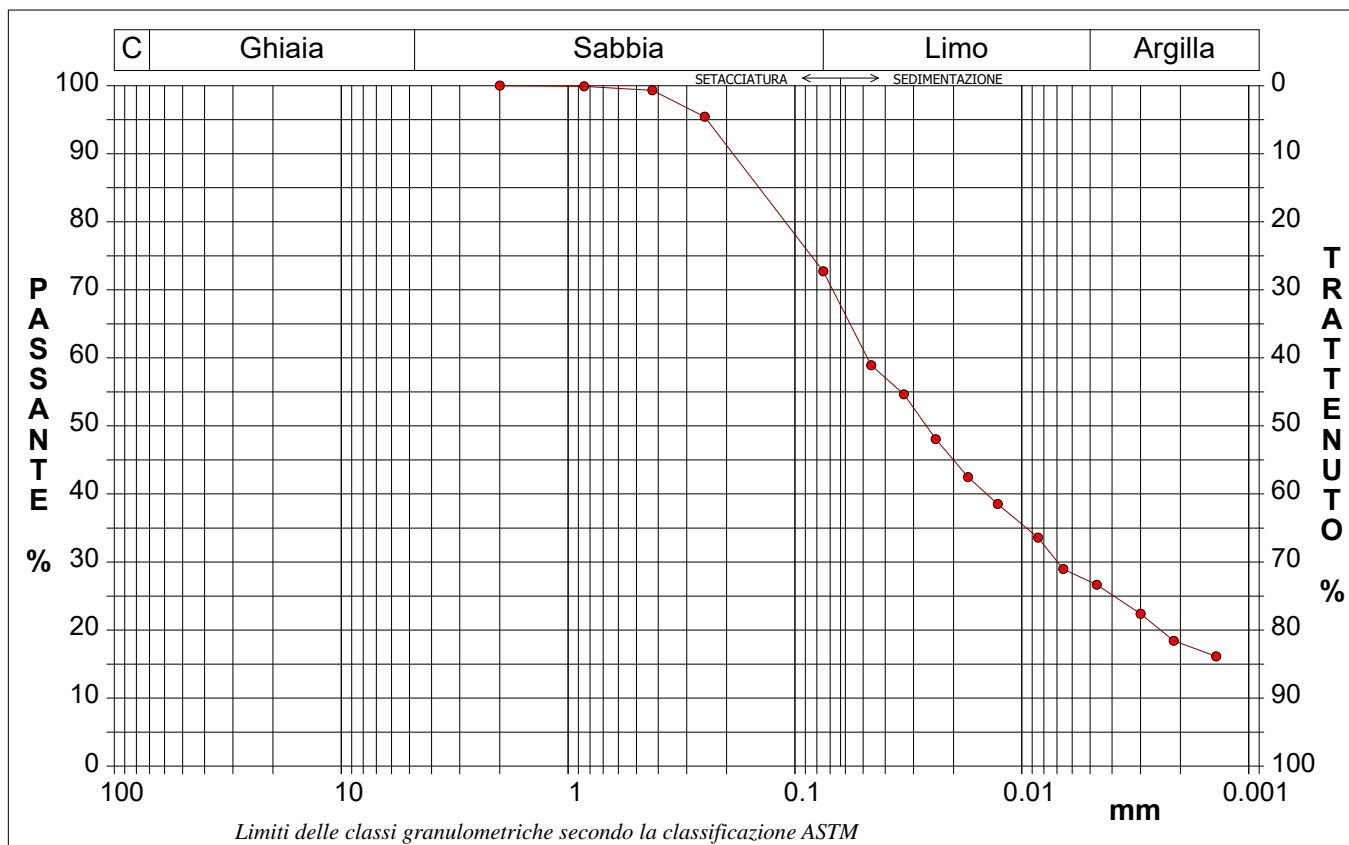
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 0.50 - 1.00

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	27,3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,2 %	D30	0,00696	mm
Limo	45,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	72,7 %	D50	0,02635	mm
Argilla	27,1 %			D60	0,04791	mm
				D90	0,18744	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0461	58,93	0,0085	33,58	0,0014	16,13		
0,8500	99,90	0,0331	54,65	0,0066	28,97				
0,4250	99,31	0,0240	48,07	0,0047	26,67				
0,2500	95,43	0,0173	42,47	0,0030	22,39				
0,0750	72,72	0,0128	38,52	0,0021	18,44				
								Setacci	4
								Punti sediment.	11

**RAPPORTO DI PROVA N°: P00297** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 06/03/20

Inizio analisi: 05/03/20

Apertura campione: 03/03/2020

Fine analisi: 06/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: 27

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 0.50 - 1.00

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00, ASTM D4943-02

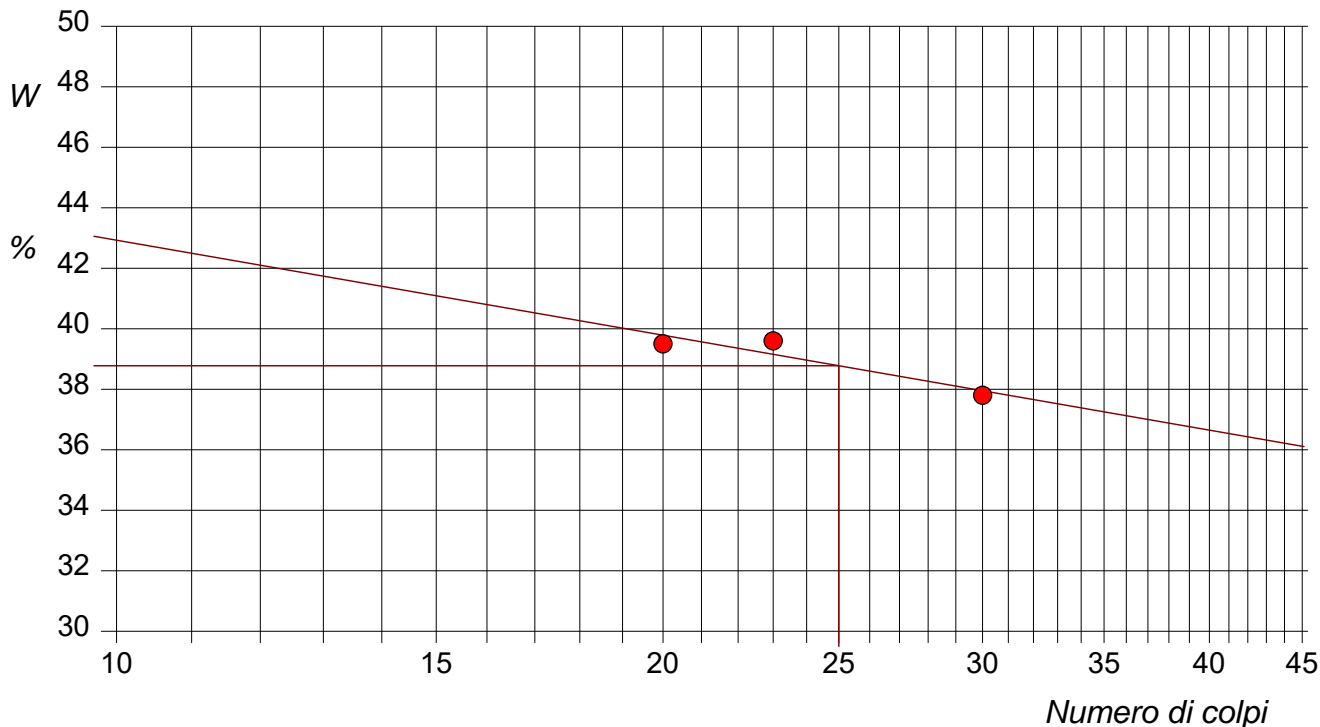
Limite di liquidità 38,7 %

Limite di plasticità Non plastico

Indice di plasticità - - -

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	20	23	30			Umidità (%)		
Umidità (%)	39,5	39,6	37,8			Umidità media		

### Determinazione del Limite di liquidità



<b>RAPPORTO DI PROVA N°: P00316</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 12/03/20	Inizio analisi: 06/03/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 06/03/2020	Fine analisi: 09/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1T PROFONDITA': m 0.50 - 1.00

## CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98, ASTM D2974-00

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 16,2 %**

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

**PROVE PENETROMETRICHE srl**  
**LABORATORIO GEOTECNICO**  
**IL TECNICO**



RAPPORTO DI PROVA N°: P00316 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 12/03/20

Inizio analisi: 06/03/20

Apertura campione: 06/03/2020

Fine analisi: 09/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1T PROFONDITA': m 0.50 - 1.00

## LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-00, ASTM D4943-02

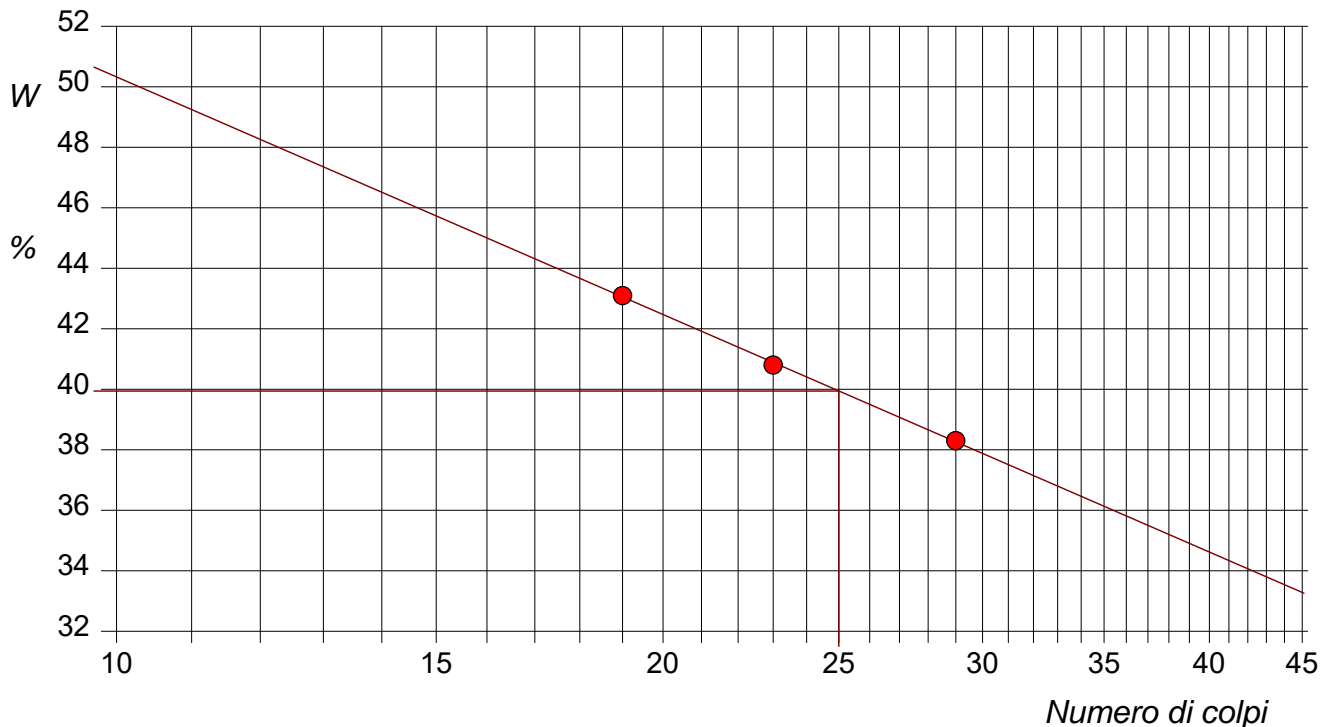
Limite di liquidità 39,9 %

Limite di plasticità Non plastico

Indice di plasticità - - -

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	19	23	29			Umidità (%)		
Umidità (%)	43,1	40,8	38,3			Umidità media		

### Determinazione del Limite di liquidità



**RAPPORTO DI PROVA N°: P00315** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 12/03/20

Inizio analisi: 06/03/20

Apertura campione: 06/03/2020

Fine analisi: 12/03/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

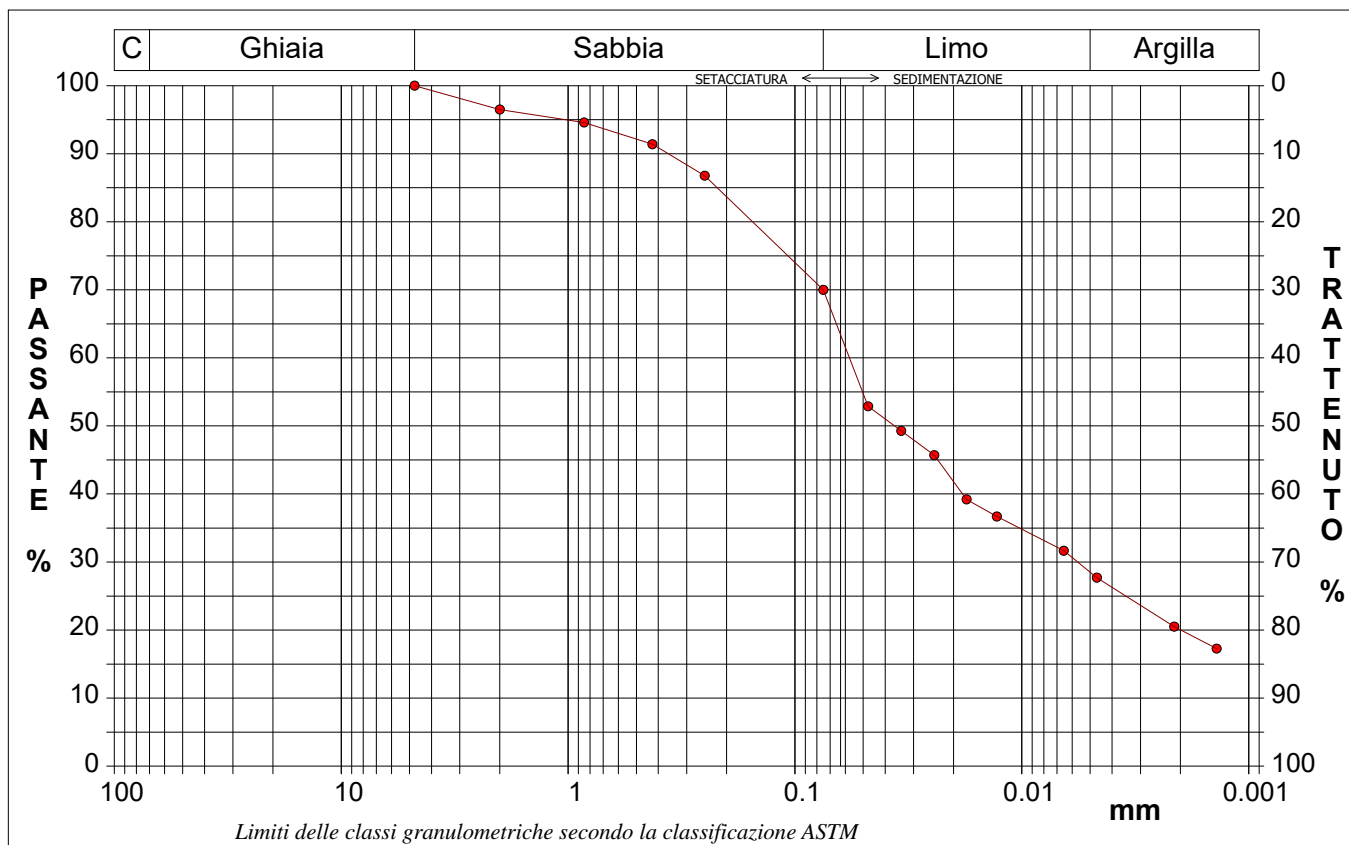
RIFERIMENTO: Marzaglia (MO), strada Pomposiana - Autodromo

SONDAGGIO: CAMPIONE: 1T PROFONDITA': m 0.50 - 1.00

## ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994),ASTM D421-02,ASTM D422-02

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	96,5 %	D10	---	mm
Sabbia	30,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	91,3 %	D30	0,00567	mm
Limo	41,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	70,0 %	D50	0,03636	mm
Argilla	28,5 %			D60	0,05751	mm
				D90	0,36189	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



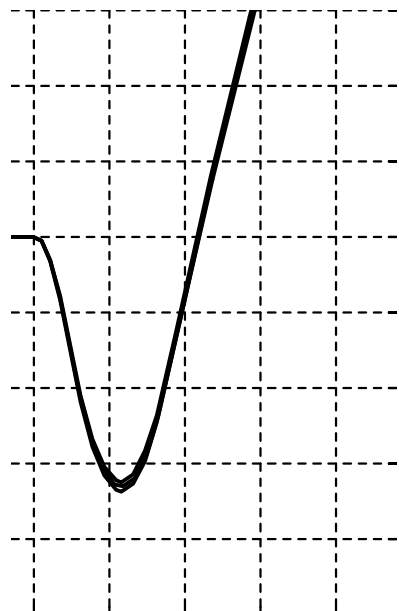
Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,0750	69,99	0,0129	36,70				
2,0000	96,48	0,0476	52,89	0,0065	31,66				
0,8500	94,60	0,0340	49,29	0,0047	27,70				
0,4250	91,40	0,0243	45,69	0,0021	20,51			Setacci	5
0,2500	86,77	0,0175	39,21	0,0014	17,27			Punti sediment.	9

**Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche**

## ALLEGATO N° 5

Prove di carico su piastra dinamica DPLT

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 1.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/23  
Th 27/02/20 10.59.32

No.	v(mm/s)	s (mm)
1.	538.4	3.381
2.	524.4	3.259
3.	525.6	3.324

i.M. 529.5 3.321

=====  
s/v= 6.272 ms  
Evd= 6.8 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

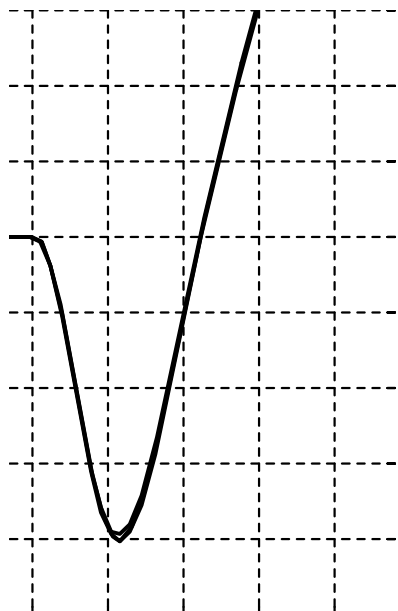
-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 1.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/25  
Th 27/02/20 11.15.42

No.	v(mm/s)	s (mm)
1.	551.0	4.047
2.	562.7	4.034
3.	554.9	3.969

i.M. 556.2 4.017

=====  
s/v= 7.222 ms  
Evd= 5.6 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

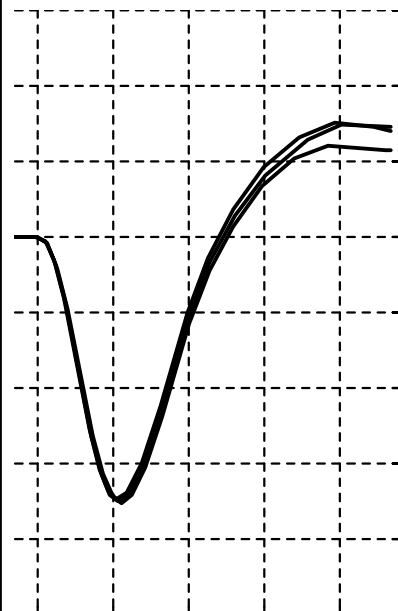
-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 1.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/26  
Th 27/02/20 11.28.30

No.	v(mm/s)	s (mm)
1.	519.2	3.537
2.	548.7	3.518
3.	548.1	3.475

i.M. 538.7 3.510

=====  
s/v= 6.516 ms  
Evd= 6.4 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

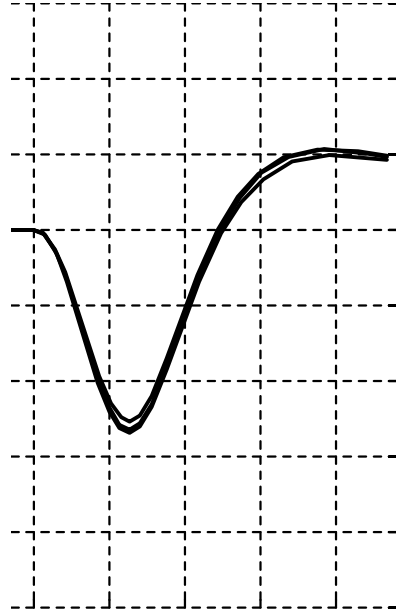
-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 2.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/28  
Th 27/02/20 11.45.10

No.	v(mm/s)	s (mm)
1.	690.4	5.382
2.	650.2	5.084
3.	677.6	5.298

i.M. 672.7 5.255

=====  
s/v= 7.812 ms  
Evd= 4.3 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

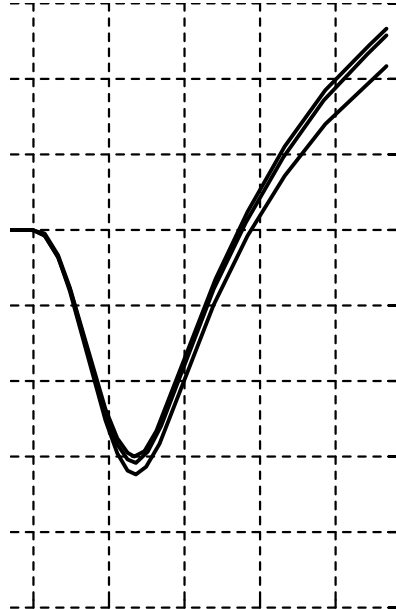
-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 2.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/29  
Th 27/02/20 11.55.34

No.	v(mm/s)	s (mm)
1.	768.3	6.499
2.	738.3	6.195
3.	722.6	6.026

i.M. 743.1 6.240

=====  
s/v= 8.397 ms  
Evd= 3.6 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

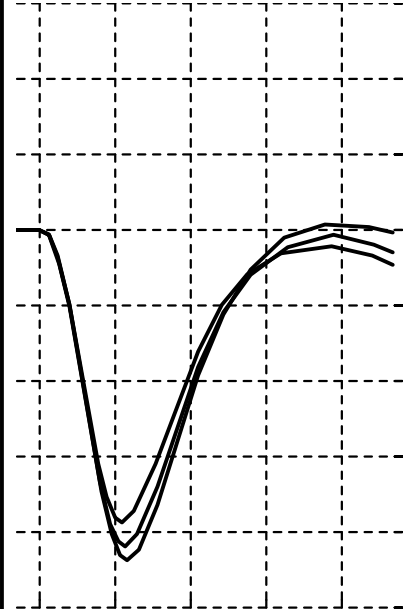
-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 1.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/32  
Th 27/02/20 12.05.18

No.	v(mm/s)	s (mm)
1.	612.7	4.407
2.	610.8	4.200
3.	574.7	3.875

i.M. 599.4 4.161

=====  
s/v= 6.942 ms  
Evd= 5.4 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

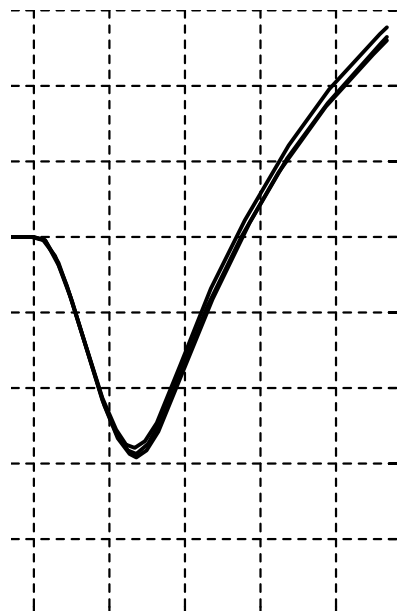
-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 2.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/33  
Th 27/02/20 12.14.28

No.	v (mm/s)	s (mm)
1.	689.6	5.846
2.	683.8	5.760
3.	670.3	5.608

i.M. 681.2 5.738

=====  
s/v= 8.423 ms  
Evd= 3.9 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

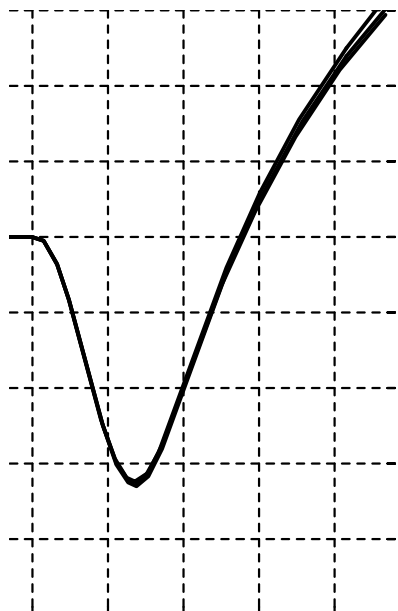
-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 2.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/34  
Th 27/02/20 12.22.06

No.	v (mm/s)	s (mm)
1.	786.8	6.531
2.	785.3	6.517
3.	794.9	6.607

i.M. 789.0 6.552

=====  
s/v= 8.304 ms  
Evd= 3.4 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

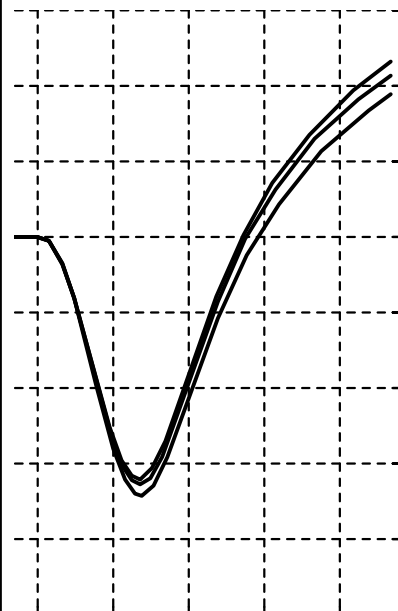
-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 2.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/35  
Th 27/02/20 12.29.52

No.	v (mm/s)	s (mm)
1.	827.9	6.899
2.	795.3	6.603
3.	776.6	6.435

i.M. 799.9 6.646

=====  
s/v= 8.309 ms  
Evd= 3.4 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

-----  
Project:

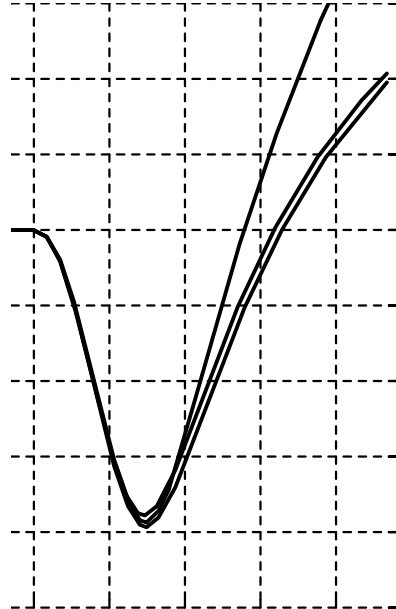
-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:



Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 2.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/36  
Th 27/02/20 12.38.36

No.	v (mm/s)	s (mm)
1.	843.1	7.907
2.	832.4	7.752
3.	821.0	7.620

i.M. 832.2 7.760

=====  
s/v= 9.325 ms  
Evd= 2.9 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

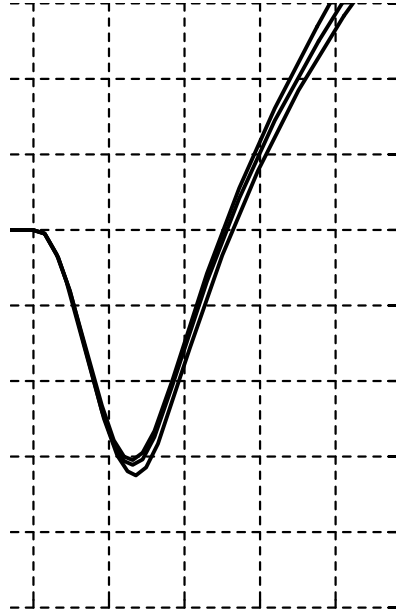
-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

Dynamic Plate Loading  
Test  
Light Drop Weight Tester  
TP-BF-StB Teil B8.3  
Instrument: ZORN  
ZFG-2000  
Plate: 300 mm  
Device No: #3136



s: 2.0 mm/cm t:10ms/cm  
Card: #070120080712/37  
Th 27/02/20 12.45.40

No.	v (mm/s)	s (mm)
1.	793.2	6.528
2.	768.4	6.266
3.	751.2	6.129

i.M. 770.9 6.308

=====  
s/v= 8.183 ms  
Evd= 3.6 MN/m<sup>2</sup>  
=====

Weather:

-----  
Project:

-----  
Plate base:

-----  
Testarea, -layer:

-----  
Institute, operator:

**Indagini geognostiche, geofisiche e consulenze geologiche e geotecniche**

**ALLEGATO N° 6**

**Verifiche geotecniche**

**DATI GENERALI PLINTO 1**

Normativa

Larghezza fondazione 4,5 m

Lunghezza fondazione 4,5 m

Profondità piano di posa 1,4 m

Profondità falda 9,2

**STRATIGRAFIA TERRENO**

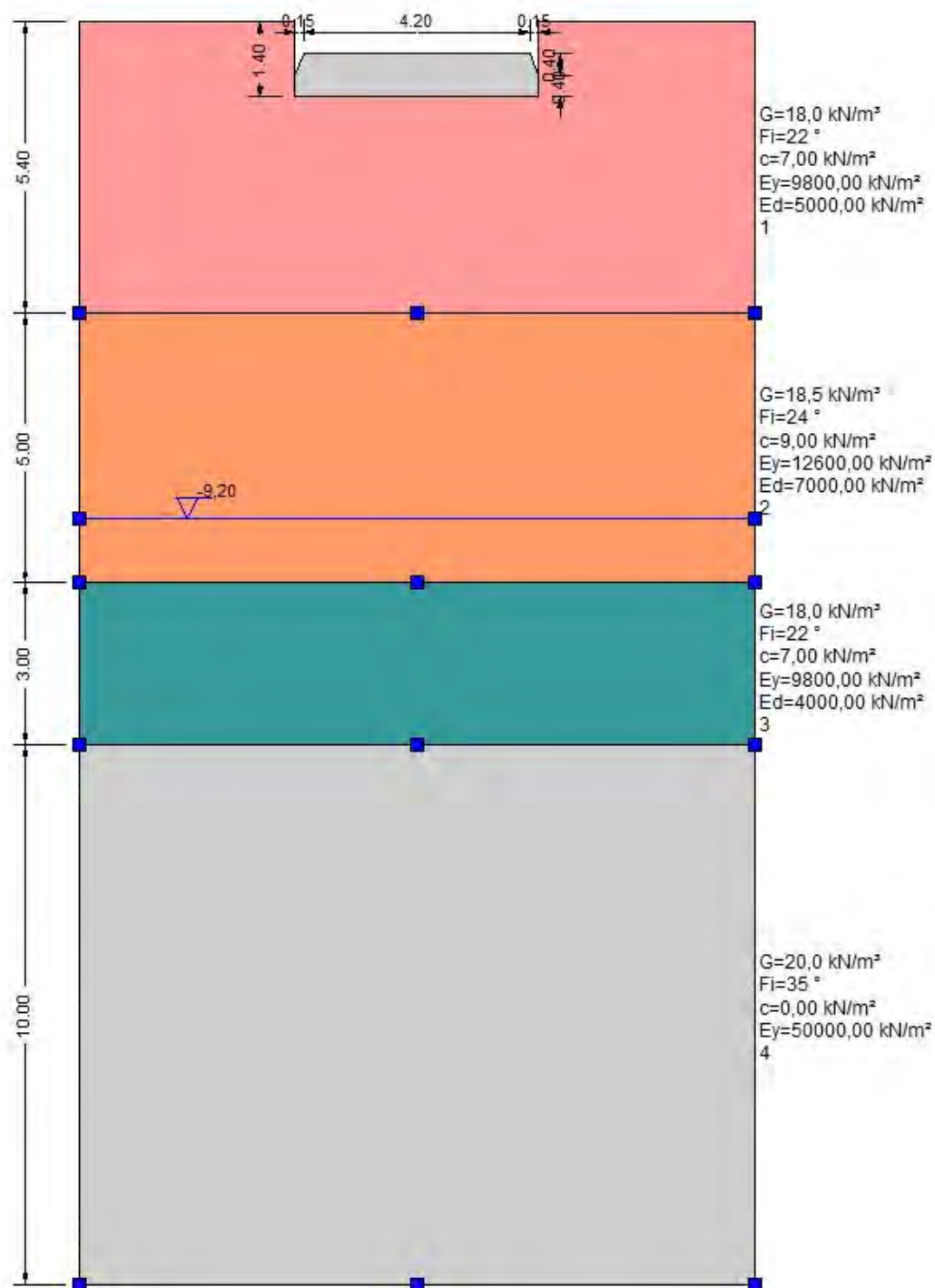
Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Descrizione
5,4	18,0	21,0	22,0	7,0	70,0	9800,0	5000,0	1
5,0	18,5	21,5	24,0	9,0	90,0	12600,0	7000,0	2
3,0	18,0	21,0	22,0	7,0	70,0	9800,0	4000,0	3
10,0	20,0	23,0	35,0	0,0	0,0	50000,0	0,0	4

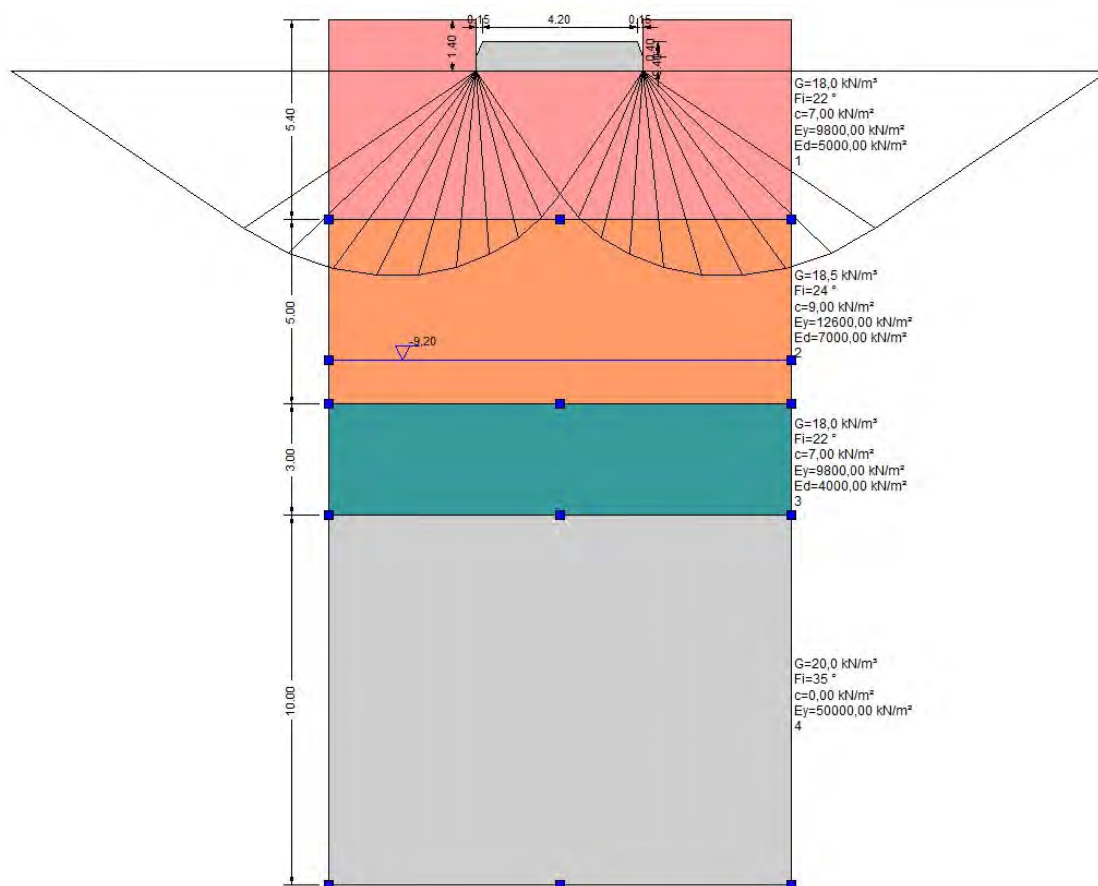
Carichi di progetto agenti sulla fondazione

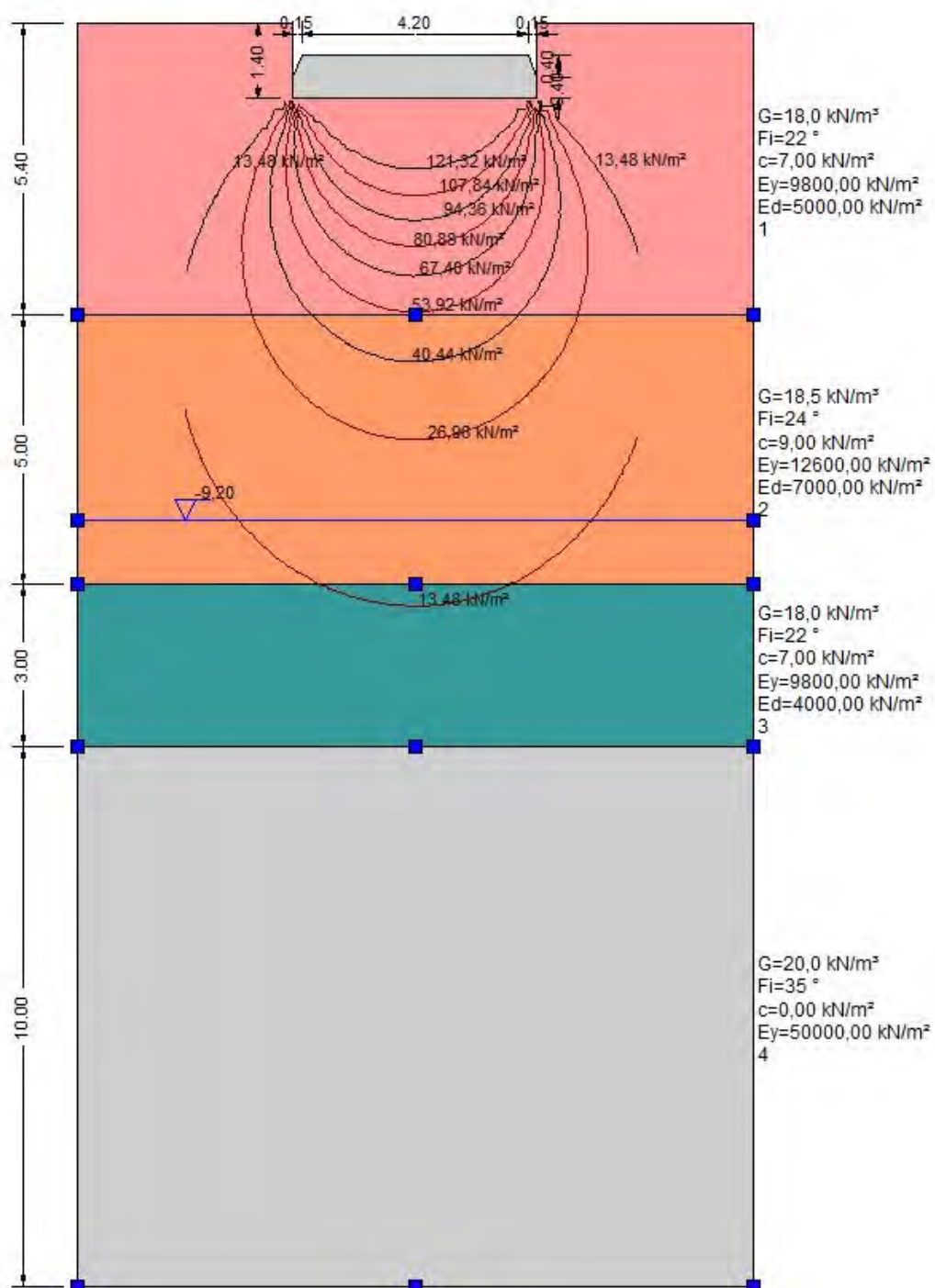
Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R <sub>3</sub>	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	S.L.E.	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
3	S.L.D.	160,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

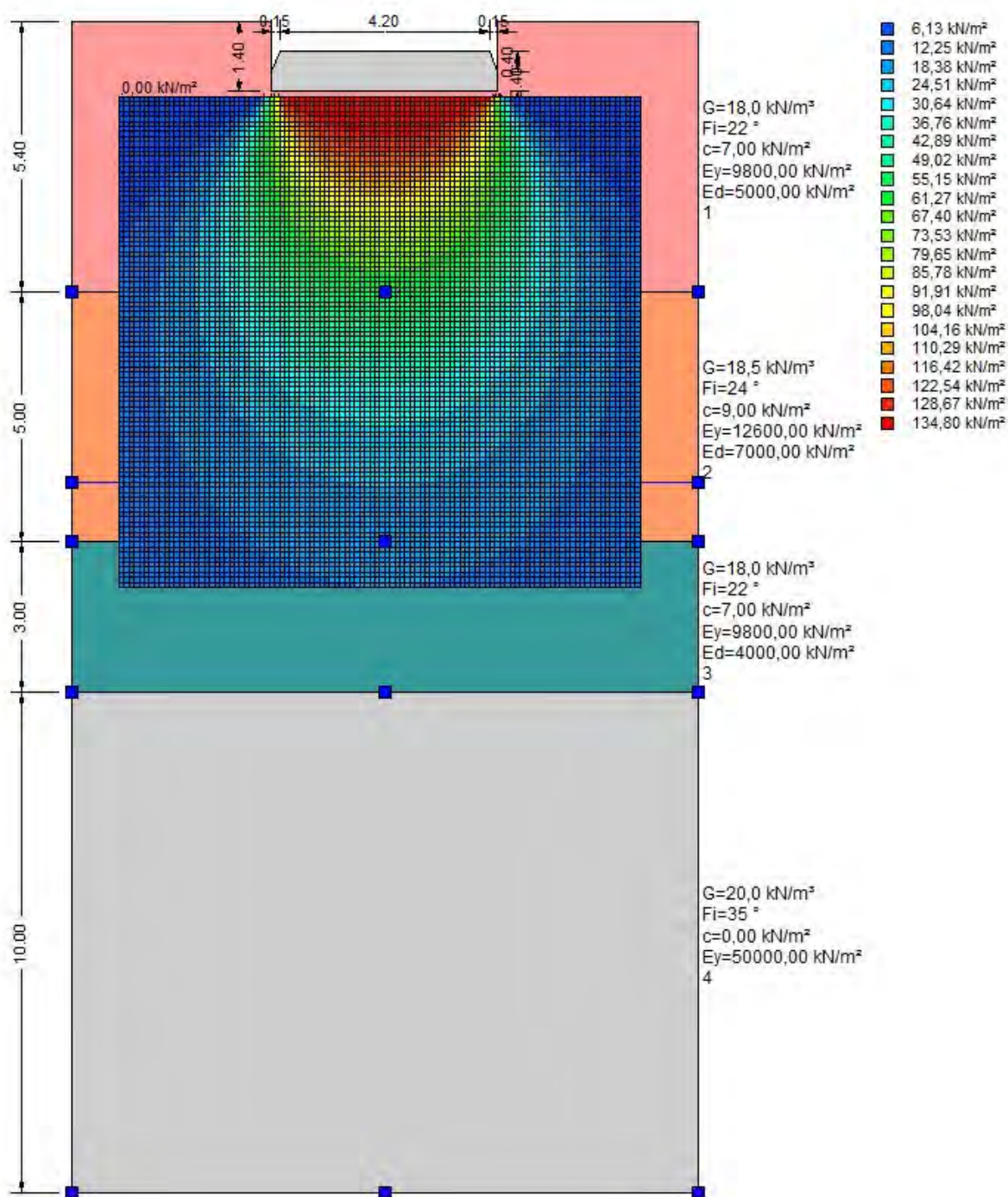
**CEDIMENTI PER OGNI STRATO****\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**Pressione normale di progetto 160,0 kN/m<sup>2</sup>

Cedimento totale 4,45 cm











**DATI GENERALI PLINTO 2**

Normativa

Larghezza fondazione 5,0 m

Lunghezza fondazione 8,5 m

Profondità piano di posa 1,4 m

Profondità falda 9,2

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Descrizione
5,4	18,0	21,0	22,0	7,0	70,0	9800,0	5000,0	1
5,0	18,5	21,5	24,0	9,0	90,0	12600,0	7000,0	2
3,0	18,0	21,0	22,0	7,0	70,0	9800,0	4000,0	3
10,0	20,0	23,0	35,0	0,0	0,0	50000,0	0,0	4

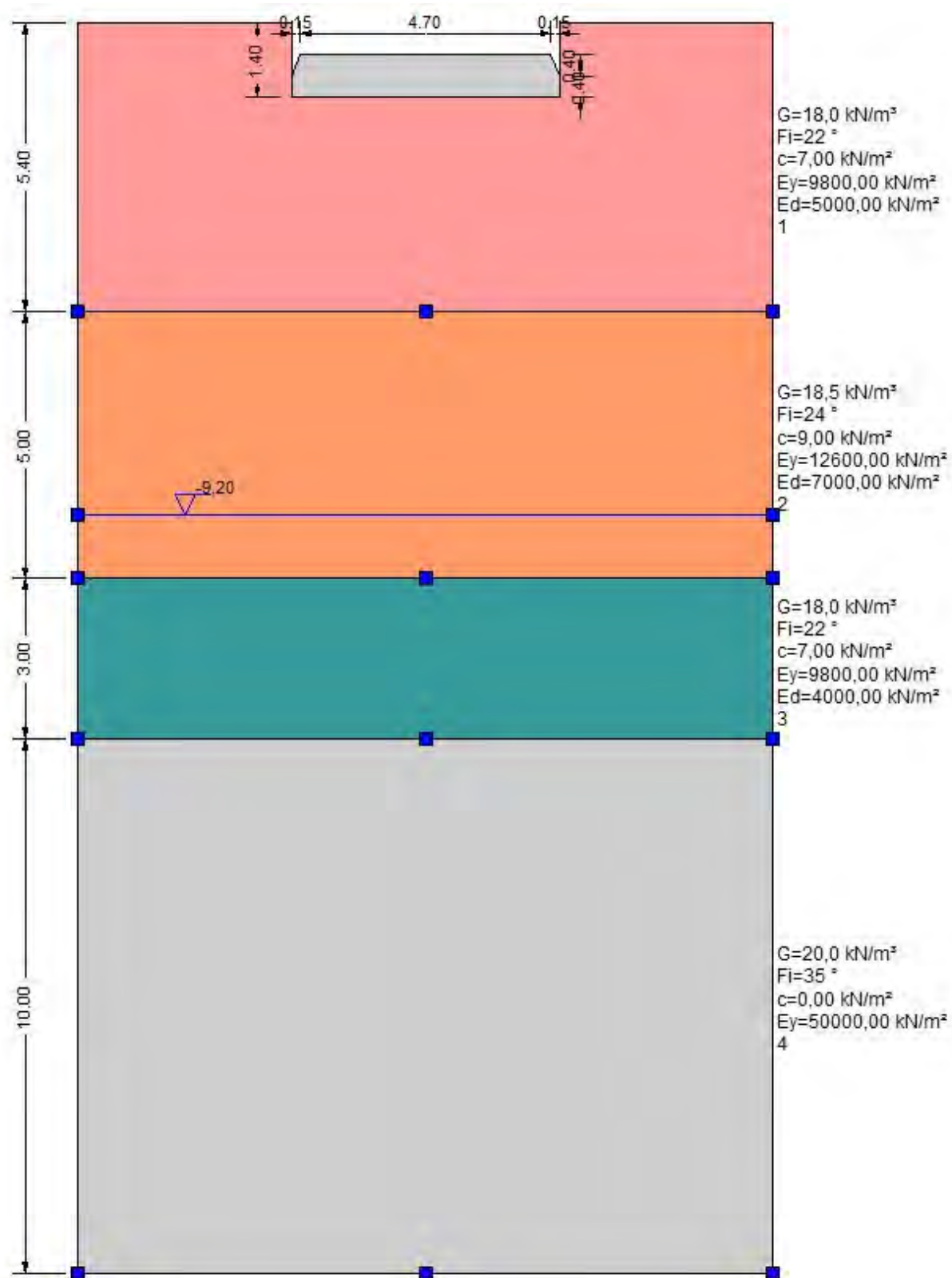
Carichi di progetto agenti sulla fondazione

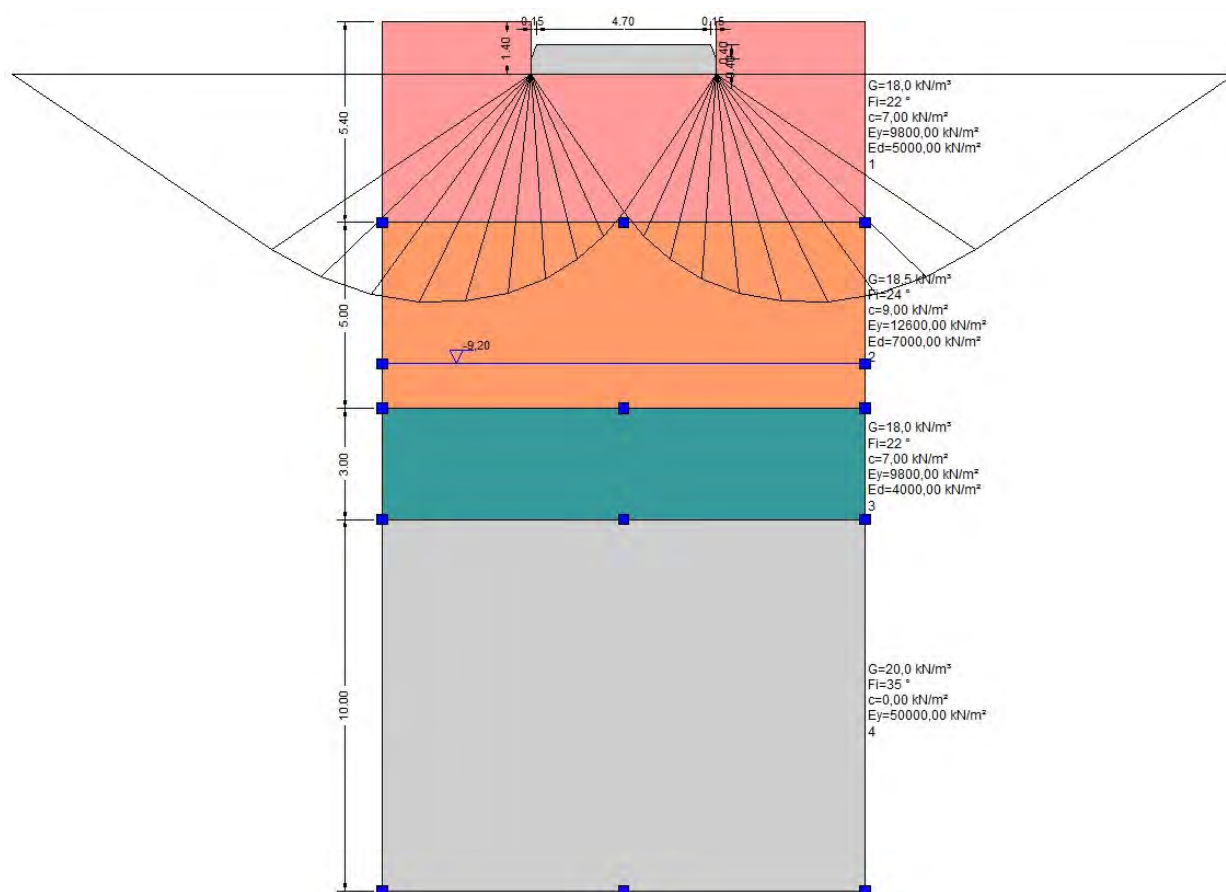
Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	130,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	S.L.E.	130,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
3	S.L.D.	130,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

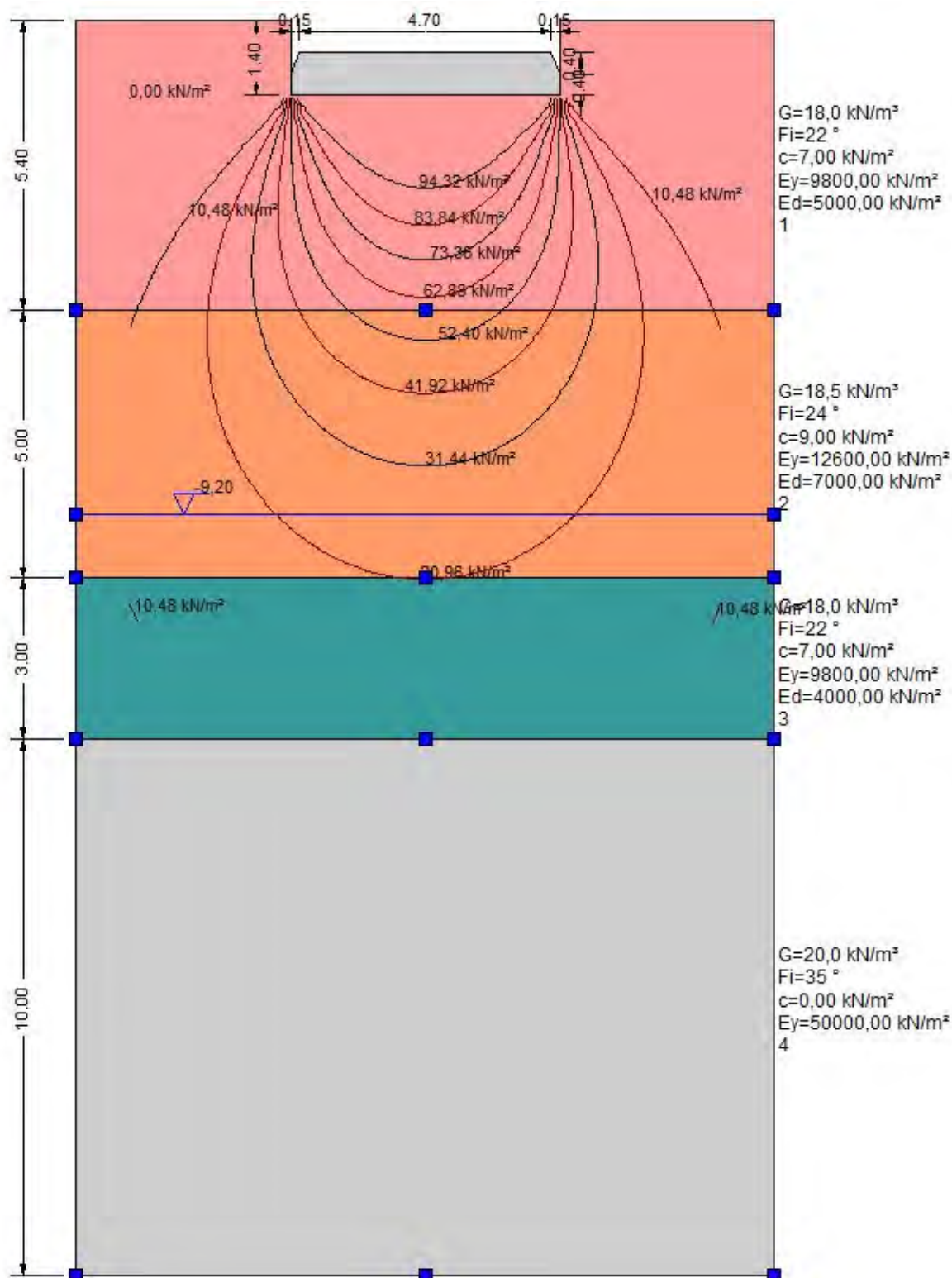
**CEDIMENTI PER OGNI STRATO****\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

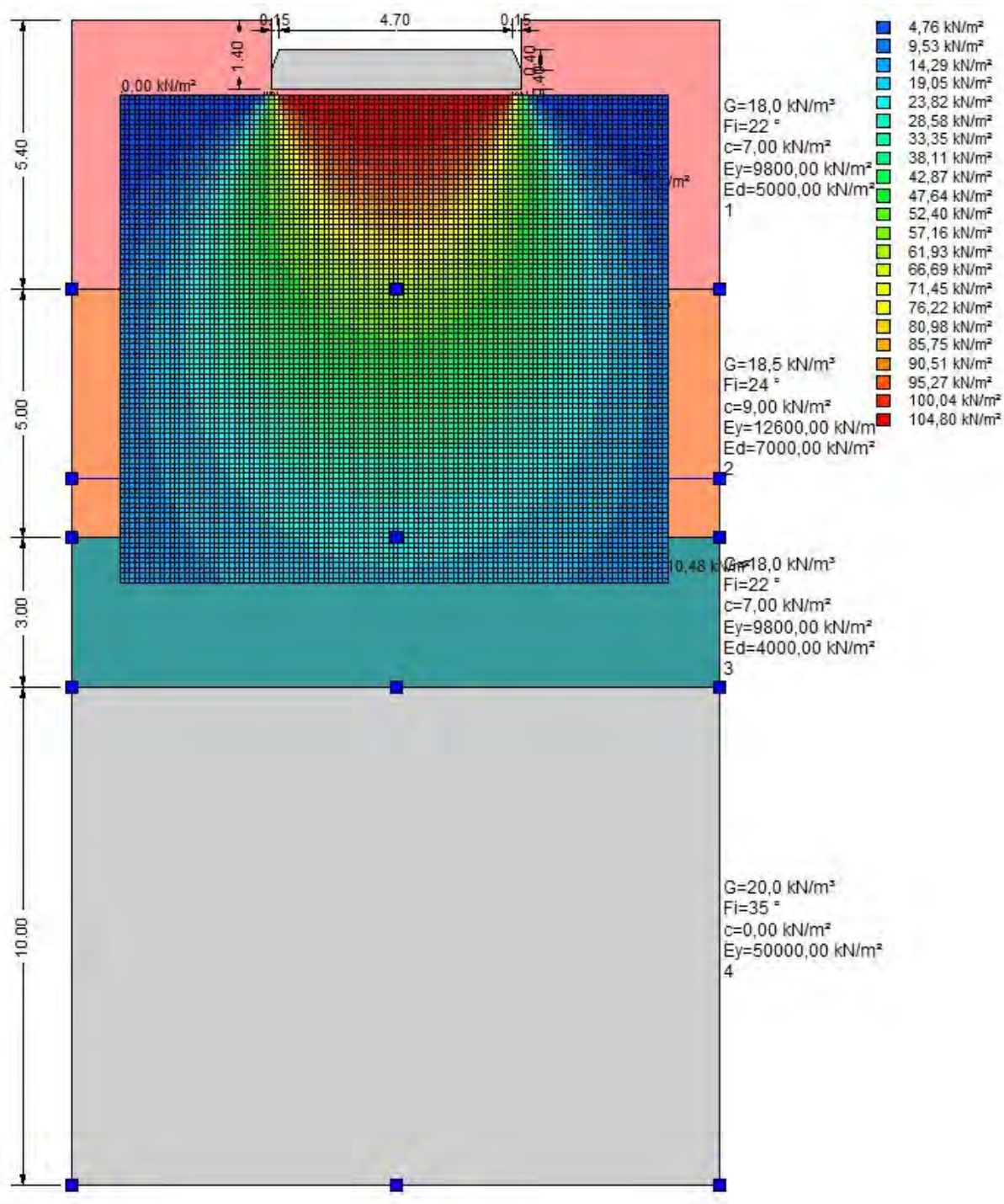
Pressione normale di progetto 130,0 kN/m²

Cedimento totale 4,00 cm









**DATI GENERALI PLATEA**

Normativa

Larghezza fondazione 9,44 m

Lunghezza fondazione 19,8 m

Profondità piano di posa 1,6 m

Profondità falda 9,2

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Descrizione
5,4	18,0	21,0	22,0	7,0	70,0	9800,0	5000,0	1
5,0	18,5	21,5	24,0	9,0	90,0	12600,0	7000,0	2
3,0	18,0	21,0	22,0	7,0	70,0	9800,0	4000,0	3
10,0	20,0	23,0	35,0	0,0	0,0	50000,0	0,0	4

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R <sub>3</sub>	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	S.L.E.	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
3	S.L.D.	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

**CEDIMENTI PER OGNI STRATO****\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**Pressione normale di progetto 110,0 kN/m<sup>2</sup>

Cedimento totale 4,21 cm

