

Ind. 0	21.07.2021	N.I.	C.L.	Delivery of documents variant ATP02
Indice Index	21.07.2021 Date	Nom Name	Approuvé par Approved by	Nature de la modification Prima emissione lottizzazione in variante ATP02 Motive for change

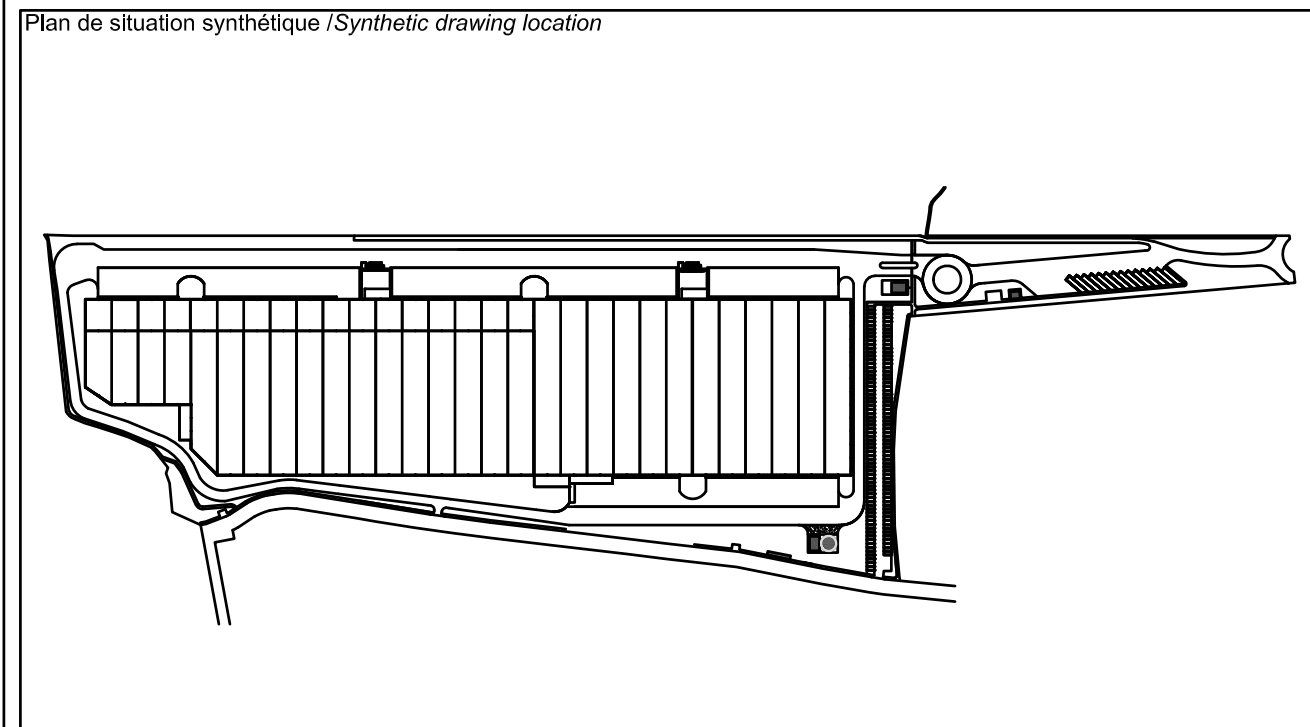
MAITRE D'OUVRAGE	MAITRE D'OEUVRE
	<b>BATI &gt; CALVENZANO</b> <b>NG &gt; CONCEPT</b> Via Giulio Natta 10/12 27010 Vellezzo Bellini Tél. : 03 87 23 12 39 Fax : 03 87 24 26 97

Nom de la plate-forme / Name of platform

# CVZ - CALVENZANO

CVZ - CALVENZANO (VIA MILANO, SNC - 20040 CALVENZANO (BG))

Tranche / Phase	Contenu de la tranche / Content of the phase
<b>PR.U</b>	ATTUAZIONE URBANISTICA PIANO DI LOTTIZZAZIONE DI VIA MILANO IN VARIANTE ALL'AMBITO ATP02



Type de phase / Type of project phase	Indice / Index	Date de / of révision
<b>BER</b>	<b>0</b>	21.07.2021

Nom du plan / Drawing name

## RELAZIONE GEOLOGICA - RELAZIONE GEOTECNICA

Créé le / Created on : 18.02.2021	Dessiné par / Drawn by : N.I.	
Echelle / Scale : Varie	Approuvé par / Approved by : C.L.	

Ce document est strictement confidentiel et ne peut être communiqué, copié ou reproduit sans l'accord écrit de NG Concept

This document is strictly confidential and may not be disclosed, copied or reproduced without the written consent of NG Concept

Fichier / File : Relazione geologica geotecnica terreni via Milano - Calvenzano - ATP2

---

Comune di Calvenzano  
Provincia di Bergamo

"Rapporto geologico - geotecnico con indicazioni idrogeologiche e di caratterizzazione sismica dei terreni siti in Via Milano, in territorio comunale di Calvenzano (Bg), quale supporto specialistico al progetto di realizzazione edifici produttivi nell'ambito del piano di lottizzazione via Milano - ATPO2"

Elaborato R1 - R 2 - R3

Redatto ai sensi della D.G.R. 2616/2011 e delle NTC 2018

**Committenti:**

**BATI > CALVENZANO**

BATI Calvenzano SRL  
Via Giulio Natta, 10 - 12  
27010 - Vellezzo Bellini (Pv)

**NG > CONCEPT**  
Real Estate & Spatial Management

NG>Concept  
ZI rue de l'Europe  
57370 PHALSBURG FRANCE

Bergamo, 18 Febbraio 2021



Dott. Norberto Invernici  
geologo  
N° Iscr. O.R.G.L. 990

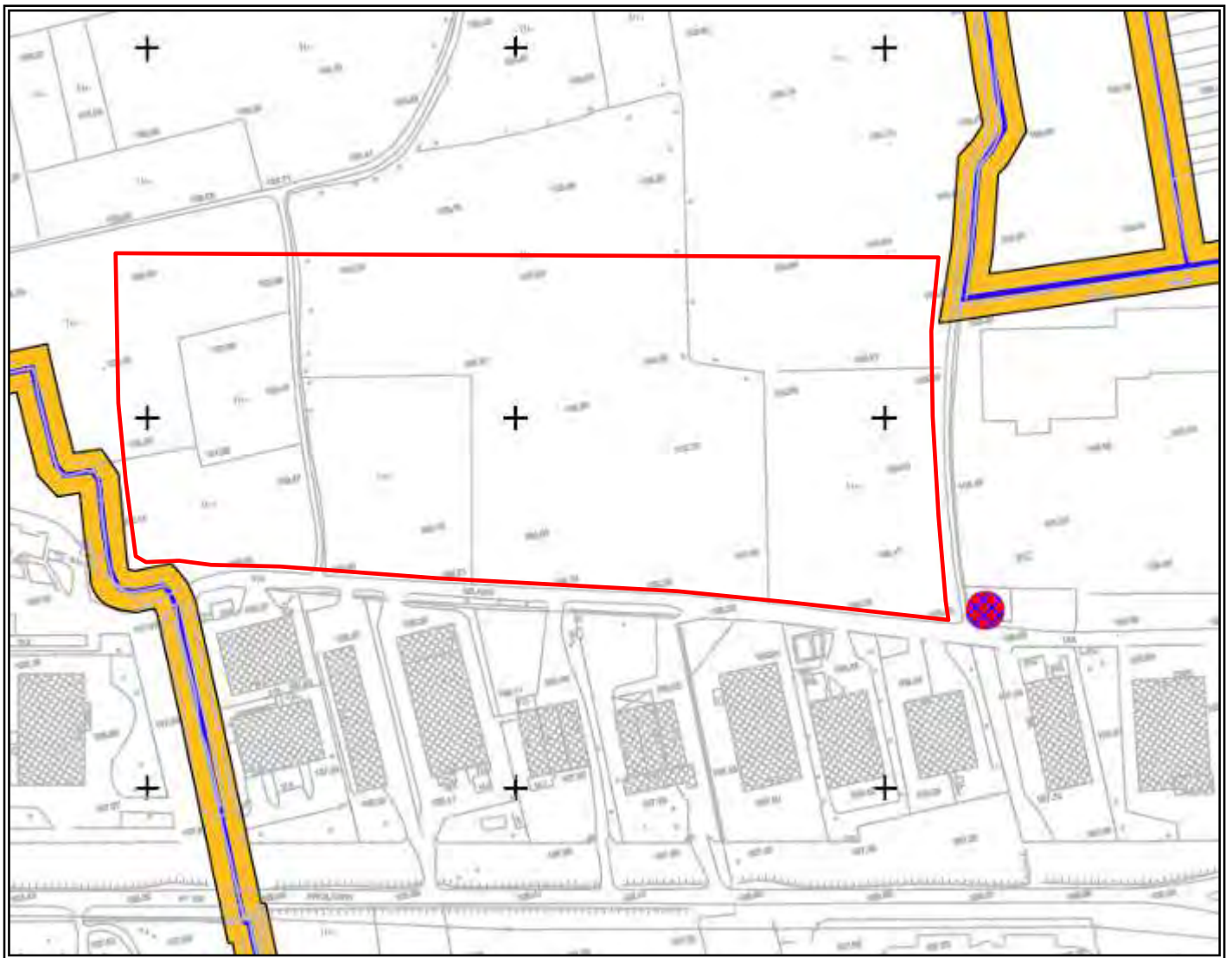
## Indice

1.0 - Premessa	2
2.0 - Inquadramento geologico - geomorfologico - pedologico	3
2.1 Vulnerabilità dell'acquifero	4
3.0 - Indagini in sito	5
3.1 Campagna di indagini preliminari (30 gennaio 2020)	5
3.1.1 - Sondaggio meccanico a carotaggio continuo - 2020	6
3.1.2 Prova di permeabilità (Prova tipo Lefranc) - 2020	7
3.1.3 Prove penetrometriche dinamiche continue SCPT - 2020	7
3.1.4 Indagine sismica passiva a stazione singola HVSR - 2020	9
3.2 Campagna di indagini di dettaglio (18 - 19 - 20 gennaio 2021)	10
3.2.1 - Sondaggi meccanici a carotaggio continuo - 2021	11
3.2.2 Prove di permeabilità (Prova tipo Lefranc) - 2021	12
3.2.3 Trincee esplorative - Prelievo campioni di terreno - Prove di permeabilità a fondo scavo	12
3.2.4 - Prelievo campioni e analisi di laboratorio - 2021	14
3.2.5 Prove penetrometriche dinamiche continue SCPT - 2021	14
3.2.5.1 - Correlazione SCPT - SPT ed interpretazioni geotecniche	15
3.2.6 Indagini sismiche passive a stazione singola HVSR - 2021	17
3.2.7 Indagine sismica MASW - RE.MI. - 2021	17
4.0 Elementi di microzonazione sismica	20
4.1 Analisi sismica di II Livello	22
5.0 Caratteristiche geotecniche terreni	25
5.1 Verifica liquefazione terreno di sottofondo	25
5.2 Verifica al carico limite dell'insieme fondazione-terreno	26
5.3 Esiti delle verifiche geotecniche relative alla resistenza dei terreni allo SLU	28
6.0 Conclusioni	29






## 1.0 - Premessa


Nel seguente rapporto sono illustrati gli esiti conseguiti dagli studi e dalle indagini di carattere geologico - geotecnico - idrogeologico e di caratterizzazione sismica dei terreni siti in via Milano, in comune di Calvenzano (Bg), proponendosi quale supporto specialistico al progetto di realizzazione nuovo comparto produttivo nell'ambito del Piano di Lottizzazione ATP2, secondo il progetto predisposto dalla Società Committente, ai cui elaborati si rimanda per i dettagli. La morfologia dell'area è caratterizzata da terreni pianeggiati privi di evidenze geomorfologiche significative, almeno negli immediati intorno, e risulta inserita in classe 2a (fattibilità con modeste limitazioni per potenziale presenza di terreni dotati di mediocri/scadenti caratteristiche geotecniche negli orizzonti più superficiali), ed in classe 3c di fattibilità geologica (fattibilità con consistenti limitazioni per potenziale vulnerabilità dell'acquifero), nella Carta di fattibilità Geologica del vigente PGT, redatta nel 2009 (ed aggiornata relativamente alla ridelimitazione della fascia di rispetto del pozzo idrico di Via Milano) dal Geol. Pedrali. Tale ridelimitazione ha ridotto la fascia di rispetto attorno alla boccapozzo, precedentemente individuata con il criterio geometrico di raggio 200 m attorno al pozzo, al raggio di 10 m, facendola coincidere con la fascia di tutela assoluta; pertanto i terreni oggetto di intervento risultano, a seguito di tale adeguamento tecnico/normativo, esterni alle perimetrazioni delle fasce di rispetto della captazione idropotabile. Dal punto di vista sismico il territorio comunale di Calvenzano (Bg) è stato inserito dalla D.G.R. della Lombardia n. X/2129, come comune in zona sismica 3 ed i terreni di sottofondo sono classificati a pericolosità sismica Z4a per potenziali amplificazioni litologiche/stratigrafiche; considerata la bassa soggiacenza della falda (circa - 5 m da p.c.) i terreni sono inoltre caratterizzati da Pericolosità Sismica Z2 per potenziali liquefazioni. Pertanto, in ottemperanza alle NtA di PGT, alla DGR 2616/2011 e alle NTC 2018, è stato predisposto il seguente rapporto geologico - geotecnico con indicazioni idrogeologiche e di caratterizzazione sismica, per definire la fattibilità, dal punto di vista geologico ed idrogeologico delle opere di progetto, nonché per acquisire i parametri idrogeologici e litotecnici caratteristici dei terreni di sottofondo (mediante esecuzione di indagini dirette in sito), indispensabili alla microzonazione sismica e alle verifiche geotecniche sulla portanza e sui cedimenti totali. L'assetto geologico del territorio è stato desunto dalla documentazione esistente (con particolare riferimento allo studio geologico di supporto alla pianificazione comunale di Calvenzano) e dai sopralluoghi eseguiti sulle aree di studio, mentre per l'acquisizione dei parametri litotecnici dei terreni di sottofondo si è fatto ricorso a specifiche indagini in sito eseguite in prima battuta data 30 Gennaio 2020 (a supporto del rapporto geologico - geotecnico preliminare datato 10 Febbraio 2020) e successivamente in data 18, 19 e 20 gennaio 2021, a supporto del rapporto geologico - geotecnico esecutivo.

Lo studio è stato predisposto seguendo i riferimenti legislativi e normativi riportati nella DGR 5001/2016, nella L.R. 33/2015, nella D.G.R. 2616/2011 e nelle NTC 2018.



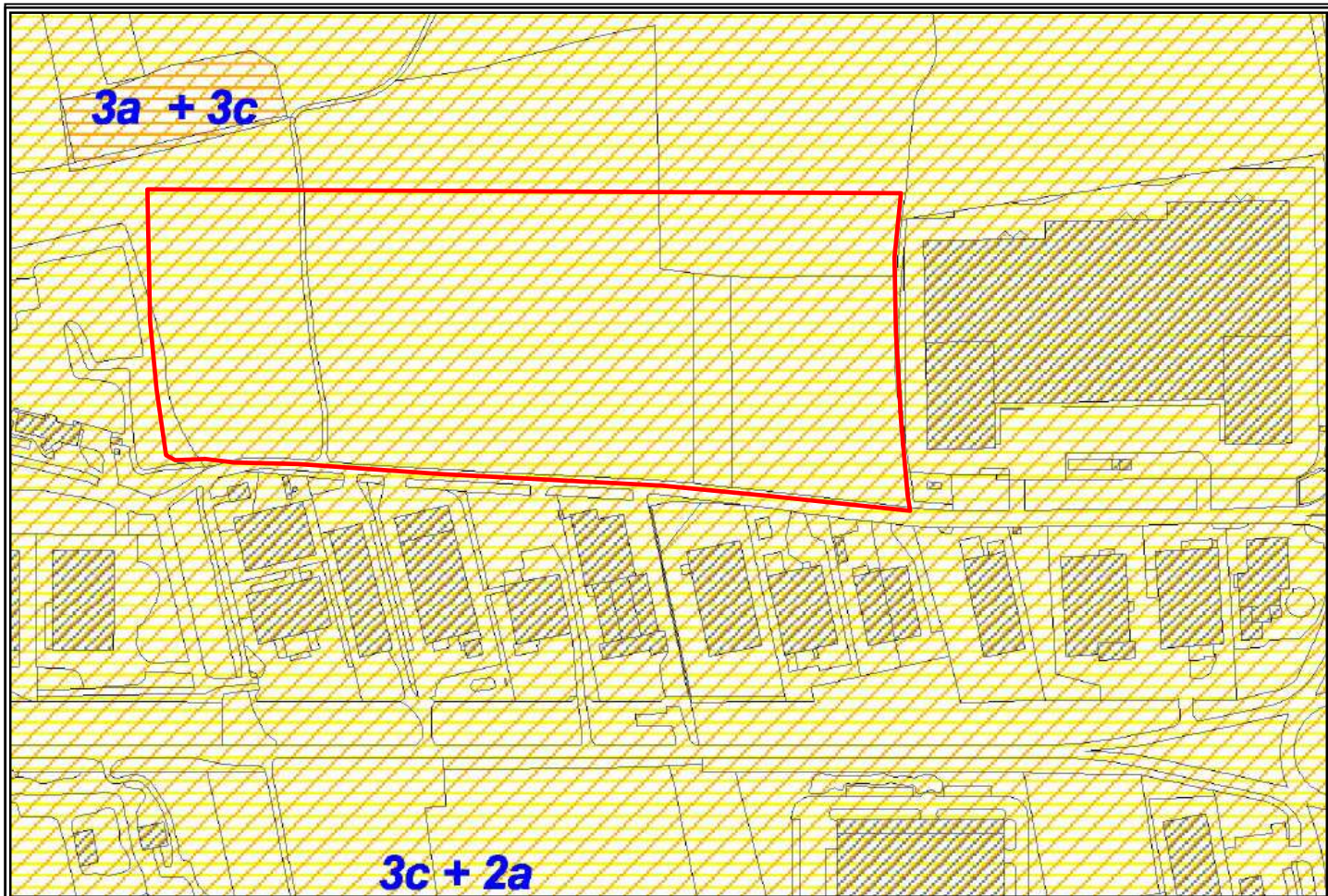
### LEGENDA


-  Fasce di rispetto di rogge o canali secondo quanto stabilito dallo studio del R.I.M.
-  Zona di tutela assoluta attorno ai pozzi ad uso idropotabile
-  Zona di rispetto attorno ai pozzi ad uso idropotabile  
Pozzo di via Donizetti (criterio temporale dei 60 gg)
-  Zona di rispetto attorno ai pozzi ad uso idropotabile (criterio idrogeologico)  
Pozzo via Milano (criterio idrogeologico, zona di 10 metri per acquifero protetto)
-  Confine comunale


 Area intervento

**BATI** > CALVENZANO  
**NG** > CONCEPT


Stralcio carta dei Vincoli - PGT Calvenzano (Bg)  
(non in scala)




 Confine amministrativo


 CLASSE DI FATTIBILITA' 1 (fattibilità senza particolari limitazioni)

→  CLASSE DI FATTIBILITA' 2 (fattibilità con modeste limitazioni)


→  sottoclasse 2a (problematiche di tipo geotecnico)

→  CLASSE DI FATTIBILITA' 3 (fattibilità con consistenti limitazioni)

 sottoclasse 3a (problematiche di tipo geologico-geotecnico)

→  sottoclasse 3c (problematiche di tipo idrogeologico)

(Fonte: studio "Adeguamento componente geologica componente sismica del Piano di Governo del Territorio" redatto dal dott. geologo Carlo Pedrali)

 Area intervento

**BATI** > CALVENZANO  
**NG** > CONCEPT

Stralcio carta di Fattibilità Geologica - PGT Calvenzano (Bg)  
(non in scala)

## 2.0 - Inquadramento geologico - geomorfologico - pedologico

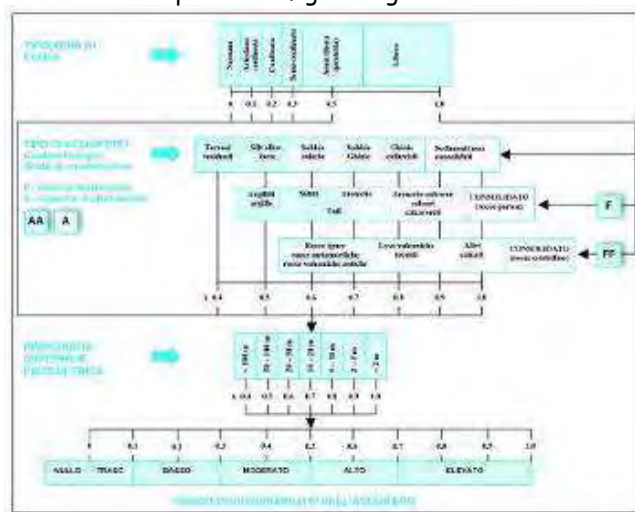
L'area di intervento è ubicata lungo Via Milano sui terreni pianeggianti posti al margine meridionale del territorio comunale ed inseriti in classe 2a (fattibilità con modeste limitazioni per potenziale presenza di livelli superficiali di terreno dotati di mediocri caratteristiche geotecniche) ed on classe 3c (per potenziale vulnerabilità dell'acquifero) nella Carta di fattibilità Geologica del vigente PGT, redatta dal Geol. Pedrali. L'area è lambita da rogge irrigue che possono contribuire, durante i turni irrigui, ad alimentare il primo acquifero. Tali rogge sono connotate dalle relative fasce di rispetto idraulico riportate nella Carta dei Vincoli (se ne allega stralcio) dello Studio geologico del PGT vigente (Studio Geologico predisposto nel 2009 dal Geol. Carlo Pedrali) che dovranno essere rispettate dagli interventi. L'area è esterna alle perimetrazioni delle fasce di rispetto/tutela delle captazioni idropotabili dell'acquedotto comunale (la fascia di rispetto del pozzo pubblico di via Milano è stata ridelimitata e ridotta alla sola fascia di tutela, come illustrato nella carta dei vincoli vigente) e risulta esterna a qualsiasi altra perimetrazione di vincoli di carattere geologico sovraordinati. La geologia dei terreni di studio è caratterizzata dalla potente successione litostratigrafica dei sedimenti continentali quaternari, in facies alluvionale/fluvioglaciale del Bacino dell'Adda, riferibili alla Formazione descritta in letteratura con il nome di Unità di Cantù (Pleistocene Sup.). Tali litotipi sono costituiti da ghiaie a supporto clastico con ciottoli arrotondati e matrice sabbiosa - limosa. Tale Unità è costituita da depositi fluvioglaciali e fluviali formati da ghiaie con ciottoli arrotondati a supporto di clasti o di matrice, con matrice in genere sabbiosa e sabbie spesso a laminazione incrociata. Localmente compare una debole cementazione, che può interessare spessori metrici di ghiaie. Tali terreni presentano tipicamente una copertura di alterazione eluviale di ridotto spessore, alla quale seguono orizzonti marcatamente ghiaiosi, con ciottoli eterometrici poligenici, con ciottoli da arrotondati a subangolosi, immersi in matrice limosa sabbiosa, di litologia variabile. Dal punto di vista geologico - applicativo tali terreni, qualora sia verificata l'assenza di livelli limosi - argillosi o sabbiosi dotati di scarsa consistenza ed elevata propensione alla consolidazione sotto carico, costituiscono buoni terreni di sottofondo per la realizzazione di blocchi fondali di strutture in elevazione. L'idrografia superficiale dell'area di intervento e dei suoi immediati intorno risulta priva di reticolo idrico naturalmente affermato; sono invece ben rappresentate e vincolanti le rogge irrigue che lambiscono il lato Sud, Ovest ed Est del PL. Tali rogge sono connotate, come indicato in precedenza, dalle relative fasce di rispetto idraulico che dovranno essere rispettate dagli interventi di progetto. Relativamente agli aspetti idrogeologici l'area di intervento è caratterizzata da un acquifero posto a quote superficiali ed individuabile a circa - 5 - 6 m da p.c. dal PGT; tale dato è in accordo e conferma i dati riferiti alle indagini eseguite che avevano riscontrato la presenza di acqua a circa - 6,40 m da p.c. a gennaio 2020 e circa 4,85 m da p.c. nel gennaio 2021, con un oscillazione positiva di circa 1,5 m e misurata, verosimilmente, in condizioni di massima escursione positiva. Tale falda superficiale è tuttavia influenzata anche dalle turnazioni irrigue delle vicine rogge, con un minimo autunnale/invernale ed un massimo estivo. Le indicazioni di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico emerse dallo studio delle aree di intervento e dai sopralluoghi in sito non hanno evidenziato la presenza di processi geomorfologici relitti, quiescenti o in atto, che possano, a seguito della realizzazione delle opere di progetto, evolvere verso forme di dissesto idrogeologico o che possano in qualche modo interferire con esse; lo studio geologico di PGT non individua inoltre situazioni di potenziale criticità idrogeologica e l'intervento risulta pertanto compatibile con la classe di fattibilità geologica attribuita e rispetta quanto previsto dalla DGR 2616/2011.

## 2.1 Vulnerabilità dell'acquifero

Col termine "vulnerabilità di un acquifero" si intende la facilità con cui lo stesso possa essere raggiunto da una sostanza inquinante. Tutti gli acquiferi (liberi e confinati) presentano un grado di sensibilità alla propagazione di inquinanti provenienti dalla superficie o immessi direttamente nel sottosuolo che dipende da una serie di fattori come ad esempio:

1. le caratteristiche fisiche e chimiche del sottosuolo;
2. granulometria, tessitura, porosità, indice di fratturazione del sistema idrologico;
3. soggiacenza della falda e entità delle sue oscillazioni;
4. i parametri che regolano il deflusso idrico sotterraneo (conducibilità idraulica, trasmissività etc);
5. condizioni di alimentazione e drenaggio.

Tutti questi fattori concorrono a definire la "vulnerabilità intrinseca" ovvero la vulnerabilità propria del sistema acquifero. La vulnerabilità delle falde, in realtà, è condizionata anche dalla natura e dalla tipologia di inquinante proveniente dalla superficie ovvero dalle sue caratteristiche fisico-chimiche (solubilità in acqua, coefficiente di distribuzione, coefficienti di diffusione ecc..). Per la stima della vulnerabilità del primo acquifero dell'area di intervento, si è fatto riferimento al metodo numerico G.O.D. (Foster - Hirata, 1987) che consiste nella stima di tre fattori (il cui range numerici sono riportati in figura seguente:



Assegnando i seguenti valori:

- **G**: Tipologia della falda (libera, confinata, semiconfinata);
- **O**: Tipo di acquifero, in particolare caratteristiche litologiche e grado di consolidazione delle rocce della zona non satura (per gli acquiferi non confinati) e dei livelli confinanti a tetto (per gli acquiferi confinati);
- **D**: soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquiferi non confinati o tetto dell'acquifero nel caso di acquiferi confinati.

La vulnerabilità intrinseca si ricava dal prodotto dei tre indici numerici corrispondenti ai parametri sopramenzionati (**Indice GOD= G\*O\*D**).

L'indice GOD può essere compreso tra 0 e 1 e corrisponde a 5 gradi di vulnerabilità come di seguito riportati:

- 0 - 0,1: vulnerabilità trascurabile;
- 0,1 - 0,3: vulnerabilità bassa;
- 0,3 - 0,5: vulnerabilità moderata;
- 0,5 - 0,7: vulnerabilità alta;
- 0,7 - 1: vulnerabilità elevata.



Gli autori (Foster et alii, 2002) hanno chiarito il significato dei diversi gradi di vulnerabilità :

GRADO DI VULNERABILITA'	DEFINIZIONE
Elevata	Vulnerabilità alla maggioranza degli inquinanti con rapido impatto in molti dei possibili scenari d'inquinamento.
Alta	Vulnerabilità a molti inquinanti (eccetto quelli fortemente adsorbiti o velocemente trasformati) con rapido impatto in tutti gli scenari di inquinamento.
Moderata	Vulnerabilità a qualche inquinante ma solo quando rilasciati in maniera continua.
Bassa	Vulnerabilità nel caso di inquinanti conservativi rilasciati in maniera continua.
Trascurabile	Sono presenti strati confinanti con flusso verticale non significativo.

Per il caso specifico assegnando i seguenti valori:

- Al parametro  $G$  è stato attribuito un punteggio pari a 1 (falda libera).
- Al parametro  $O$  è stato assegnato un punteggio di 0.7 corrispondente ad una litologia di natura ghiaioso-sabbiosa e conglomeratica.
- Al parametro  $D$  è stato assegnato un punteggio pari a 0,8;

**Si ottiene per l'area in esame un valore di  $GOD = 0.56$  che determina un grado di vulnerabilità Alta**

L'intervento progettuale si riferisce tuttavia alla formazione di strutture le cui acque reflue saranno conferite alla fognatura comunale. Le acque meteoriche di dilavamento saranno disperse negli orizzonti superficiali del suolo mediante pozzi perdenti come richiesto dalla normativa vigente (RR 7/2017 e 8/2019) e pertanto, fatte salve le normali cautele da adottare in tali ambiti, non si ravvisano pertanto, rispetto alla condizione attuale, sostanziali alterazioni/modifiche delle condizioni idrogeologiche locali e sotto tale profilo l'intervento risulta pienamente compatibile.

### 3.0 - Indagini in sito

Come già anticipato l'area di intervento è stata oggetto di due distinte campagne di indagini geotecniche e sismiche in sito mediante una prima indagine preliminare (30 gennaio 2020) e una successiva indagine di dettaglio (18, 19 e 20 gennaio 2021). La tipologia, l'ubicazione ed il numero di indagini sono state concordate con i tecnici della Committenza con i quali sono state condivise tutte le scelte operate in campo. Le indagini eseguite, ubicate come da schema allegato, si sono articolate secondo le seguenti prove in sito:

#### 3.1 Campagna di indagini preliminari (30 gennaio 2020)

Tale campagna si è avvalsa dell'esecuzione delle seguenti prove in sito:

- N° 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo, spinto fino a - 20 m da p.c. con esecuzione di n° 5 prove SPT a fondo foro e n° 2 prove di permeabilità Lefranc;
- N° 5 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT, utilizzando il penetrometro Compac 75 Superpesante DPSH (Dynamic Probing Super Heavy),
- N° 1 indagine geofisica a stazione singola HVSR, finalizzate alla stima del valore di  $V_s$  equivalente e all'attribuzione della categoria sismica del sottosuolo;
- Esecuzione di n° 10 trincee esplorative con escavatore spinte fino a - 2,5 m da p.c.;
- Esecuzione di n° 3 prove di permeabilità a fondo delle trincee esplorative;

### 3.1.1 - Sondaggio meccanico a carotaggio continuo - 2020

E' stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo spinto fino a - 20,00 m da p.c. La colonna stratigrafica ricostruita attraverso l'analisi dei campioni prelevati in continuo alle differenti profondità è illustrata nella tabella allegata, nella quale sono riportati anche gli esiti delle prove SPT eseguite a fondo foro. E' stata riscontrata la presenza di acqua a partire da circa - 6,40 da p.c.

Prove SPT a fondo foro	
Quota	Nspt
1,50 - 1,95 m	4 - 11 - 8
3,00 - 3,45 m	20 - R
6,00 - 6,45 m	25 - 21 - 26
9,00 - 9,45 m	32 - R
12,00 - 12,45 m	29 - R

Le cassette portacampioni ed i relativi reperti sono conservate in cantiere. La stratigrafia del sondaggio eseguito e gli esiti delle prove SPT a fondo foro confermano i dati delle penetrometrie SCPT eseguite a partire dalla superficie.



**A fondo foro del sondaggio è stato inserito un tubo piezometrico microfessurato da 4" entro il quale è stata eseguita una misura del livello freaticometrico in data 30.01.2020 che è risultato attestarsi alla quota di - 6,40 m da p.c. - Misure successive eseguite il 18 ed 20 gennaio 2021 hanno riscontrato un livello piezometrico attestato a - 4,85 m da p.c.. E' pertanto riscontrabile una oscillazione positiva del livello di falda di circa 1,5 m.**

### 3.1.2 Prova di permeabilità (Prova tipo Lefranc) - 2020

Al fine di stimare il coefficiente di permeabilità K dei terreni, sono stata eseguita n° 2 prove di permeabilità in fase di avanzamento nel foro di sondaggio alla quota di - 2,50/- 3,00 m da p.c. e - 4,50/-5,00 m da p.c. Le prove sono state eseguite a carico costante. E' stata verificata la permeabilità del tratto di sondaggio scoperto a fondo foro di lunghezza 50 cm, al di sotto del tratto intubato. L'interpretazione dei dati forniti da tali prove permette di definire il coefficiente di permeabilità dei terreni e di valutare la loro capacità a garantire il drenaggio delle acque meteoriche ed il loro ritorno in falda.

**Le prove permeabilità Lefranc hanno fornito i seguenti esiti:**

<b>Prove di permeabilità Lefranc a carico variabile</b>	
Quota in ma da p.c.	K (m/sec)
Prova n° 1 - Da - 2,50 a - 3,00 m	$2,5 \cdot 10^{-3}$ - Terreni adatti alla dispersione
Prova n° 2 - Da - 4,50 a - 5,00 m	$3,7 \cdot 10^{-3}$ - Terreni adatti alla dispersione

***I terreni di sottofondo sono dotati di permeabilità adeguata a consentire la dispersione delle acque meteoriche negli orizzonti superficiali del suolo mediante pozzi perdenti.***

### 3.1.3 Prove penetrometriche dinamiche continue SCPT - 2020

Le prove sono state eseguite con l'impiego del penetrometro dinamico Compac DPSH - 75 le cui caratteristiche tecniche sono di seguito riportate:

***Peso massa battente 63,5 Kg - altezza caduta libera 0,75 m - Diametro punta conica 50,8 mm - Lunghezza delle aste 1 m - Peso aste per metro 6,3 Kg - Profondità di giunzione della prima asta 0,90 m - Avanzamento punta 0,20 m.*** L'impiego di tale strumento consente la registrazione continua dei dati relativi alla resistenza all'avanzamento della punta penetrometrica ogni 20 cm permettendo la discretizzazione ottimale dei singoli livelli di terreno attraversato. Le successive elaborazioni ed interpretazioni dei dati forniti dalle prove penetrometriche consentono di attribuire a ciascun livello di terreno attraversato i parametri litotecnici significativi per il calcolo della capacità portante ammissibile e dei cedimenti totali applicando le formule maggiormente descritte in letteratura. I risultati conseguiti dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite nell'area di studio sono illustrati nei grafici e nelle tabelle allegate:

<b>Profondità da p.c. fino a cui sono state spinta le prove SCPT (Profondità di Rifiuto all'avanzamento)</b>	
N° prova	Profondità in m da p.c.
1	4,40
2	4,20
3	4,60
4	3,80
5	4,40

Le prove sono state eseguite a partire da piano campagna.

**Durante l'esecuzione delle prove non è stata riscontrata la presenza di acqua (aste estratte asciutte).**



### 3.1.4 Indagine sismica passiva a stazione singola HVSr - 2020

Al fine di stimare la  $V_s$  equivalente ai sensi della normativa vigente, è stata eseguita n. 1 indagine sismica passiva HVSr (horizontal vertical spectra ratio) nota anche con il nome di prova Nakamura. Questa prova consente, in condizioni ottimali, di evidenziare eventuali fenomeni di amplificazione sismica legati ad assetti particolari del substrato. Questa metodologia ha mostrato i migliori risultati in presenza di un substrato rigido con sedimenti sovrastanti poco consolidati o poco addensati. La prova è stata ubicata come da schema allegato. Gli esiti dell'indagine HVSr eseguita sono compatibili con la presenza di sottosuolo di categoria sismica B.



*Gli esiti dell'indagine HVSr eseguita sono compatibili con la presenza di terreni di Categoria sismica B; le successive verifiche di II Livello condotte ai sensi della DGR 2616/2011, i cui esiti sono esposti nei paragrafi successivi, indicano tuttavia che per tali terreni i valori del  $F_a$  calcolato, per sottosuolo sismico B, risultano superiori ad  $F_a$  di soglia, confermando in ciò gli esiti delle indagini sismiche di II Livello predisposte a supporto dello studio geologico di PGT; nelle verifiche geotecniche e sismiche si dovrà pertanto considerare un sottosuolo sismico di Categoria C per il quale la normativa di riferimento risulta adeguata a considerare i possibili effetti di amplificazione sismica.*

### 3.2 Campagna di indagini di dettaglio (18 - 19 - 20 gennaio 2021)

Tale campagna si è avvalsa dell'esecuzione delle seguenti prove in sito:

- N° 3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo, spinti fino a - 20 m da p.c. con esecuzione di n° 4 prove SPT a fondo foro e n° 3 prove di permeabilità Lefranc (1 prova in ciascun sondaggio) ed installazione di tubo piezometrico fino a 15 m da p.c. nel sondaggio S1;
- N° 10 trincee esplorative con escavatore meccanico, descrizione stratigrafia, prelievo campioni e prove permeabilità;
- Esecuzione di analisi e prove di laboratorio su campioni di terreno prelevati in sito, mediante n° 6 analisi granulometriche, n° 6 analisi per contenuto di acqua, n° 6 analisi per peso di volume, n° 2 prove Proctor (1 su terreno naturale e 1 su terreno trattato con calce), n° 2 prove CBR (1 su terreno naturale e 1 su terreno trattato con calce);
- N° 20 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT;
- N° 2 indagini sismiche passive a stazione singola HVSR;
- N° 1 Indagine sismica MASW - RE.MI;

I dati della campagna di indagini del 2021 confermano, seppur con alcune locali variazioni nella porzione occidentale del Lotto di PL, gli esiti delle precedenti indagini del 2020.

Mediamente la stratigrafia del sottofondo vede la presenza di uno strato superficiale limoso argilloso con ciottoli che da piano campagna si spinge fino a circa 0,5 m di profondità, dotato di scadenti caratteristiche geotecniche. Oltre tale livello compare rapidamente uno strato di ghiaia sabbiosa limosa poco addensata, dotata di mediocri caratteristiche geotecniche che si spinge fino a circa 1,80 m da p.c..

Al letto di tale strato segue la potente successione di ghiaie sabbiose ben addensate entro le quali dovranno essere posate le fondazioni. In tale contesto tutto sommato relativamente uniforme, le indagini del 2021 hanno riscontrato locali anomalie nella porzione occidentale del lotto, dove è presente la roggia irrigua e dove sono riconoscibili locali riporti/rimodellamenti antropici. Tali anomalie sono riscontrabili nelle prove SCPT da 11 a 13 nelle quali il livello ghiaioso sabbioso limoso poco addensato si spinge più in profondità (profondità massima riscontrata dalle indagini circa - 2,6 m da p.c. in SCPT n° 12). Di tali anomalie la DL dovrà tener conto prevedendo l'approfondimento del piano di posa delle fondazioni e/o la bonifica del sottofondo, secondo le prescrizioni riportate nei paragrafi seguenti.



Legenda: Indagini in sito eseguite in data 30 gennaio 2020

- **P 1** – Prova penetrometrica dinamica continua SCPT n° 1
- ▲ **HVSR 1** – Prova HVSR n° 1
- **S 1** – Sondaggio a carotaggio continuo e piezometro a 20 m

Legenda: Indagini in sito eseguite in data 18 – 19 – 20 gennaio 2021

- **P 1** – Prova penetrometrica dinamica continua SCPT n° 1
- ▲ **HVSR 1** – Prova HVSR n° 1
- **S 1** – Sondaggio a carotaggio continuo – Pz1 Piezometro 15 m

- ◆ **T 1** – Trincea esplorativa T1  
(K prove permeabilità – C campione terreno)
- **MW 1** - Indagine sismica MASW – RE.MI.

Schema di ubicazione indagini in sito  
Non in scala



Documentazione fotografica indagini in sito





SCPT 13



SCPT 14



SCPT 15



SCPT 16



SCPT 17



SCPT 18



SCPT 19



SCPT 20



HVSR1



HVSR2



MASW1

Documentazione fotografica indagini in sito

### 3.2.1 - Sondaggi meccanici a carotaggio continuo - 2021




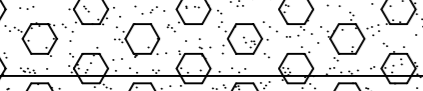




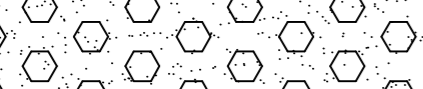

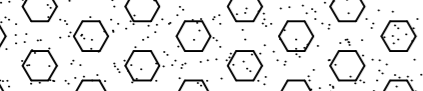










Sono stati eseguiti n° 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a - 20,00 m da p.c. La colonna stratigrafica ricostruita attraverso l'analisi dei campioni prelevati in continuo alle differenti profondità è illustrata nella tabella allegata, nella quale sono riportati anche gli esiti delle prove SPT eseguite a fondo foro. Nel Sondaggio S1 è stato inserito un piezometro microfessurato fino alla profondità di - 15 m da p.c.; le successive misure con freaticometro hanno riscontrato la superficie piezometrica a - 4,90 m da p.c. In fase di avanzamento sondaggio in S2 è stata riscontrata la presenza di acqua a partire da 5,10 m da p.c. Nel sondaggio S3 è stata invece riscontrata la presenza di acqua a partire da circa 2,5 m da p.c.; tale anomalia è da porre in relazione alla falda di subalveo della vicina roggia (il sondaggio S3 è stato infatti eseguito vicino alla roggia che scorre lungo la porzione ovest del lotto). Nel gennaio 2020 era invece stata riscontrata la presenza di acqua a partire da - 6,40 m da p.c. E' pertanto riscontrabile una oscillazione positiva del livello di falda di circa 1,5 m in ogni caso a quote tali da non poter interferire con le fondazioni di progetto, poste a circa 2,00 - 2,50 m da p.c. Le cassette portacampioni ed i relativi reperti sono conservate in cantiere. La stratigrafia dei sondaggi eseguiti e gli esiti delle prove SPT a fondo foro confermano i dati delle penetrometrie SCPT eseguite a partire dalla superficie ed i dati riferiti alle indagini del 2020.

#### Prove SPT a fondo foro:

<b>Sondaggio S1 Prove SPT a fondo foro</b>	
Quota	Nspt
2,00 - 2,45 m	27 - 30 - 39
4,50 - 4,95 m	33 - R
6,00 - 6,45 m	10 - 10 - 13
9,00 - 9,45 m	9 - 13 - 9

<b>Sondaggio S2 Prove SPT a fondo foro</b>	
Quota	Nspt
2,00 - 2,45 m	22 - 32 - 40
4,50 - 4,95 m	37 - R
6,00 - 6,45 m	15 - 13 - 15
9,00 - 9,45 m	12 - 11 - 14

<b>Sondaggio S2 Prove SPT a fondo foro</b>	
Quota	Nspt
4,50 - 4,95 m	38 - R
6,00 - 6,45 m	35 - 26 - 16
7,50 - 7,95 m	18 - 21 - 20
9,00 - 9,45 m	14 - 16 - 17

BATI CALVENZANO SRL		N. sondaggio Sondaggio S1				
Cantiere: via Milano - Calvenzano (Bg)		Scala sondaggio 1:100				
Metodo perf. Carotaggio continuo		Data ultimazione: 18 Gennaio 2021				
Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Spessore	Profondita'	S.P.T.	Falda
		Coltre superficiale limosa argillosa con ciottoli	0,40	0,40		
1		Ghiaia sabbiosa limosa	0,40	0,80		
2		Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli eterometrici poligenici			SPT 2,00 - 2,45 m	4,90
3					27 - 30 - 39	
4						
5					SPT 4,50 - 4,95 m	
6					33 - R	
7						
8					SPT 6,00 - 6,45 m	
9					10 - 10 - 13	
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19					SPT 9,00 - 9,45 m	
20					9 - 13 - 9	
			19,20	20,00		

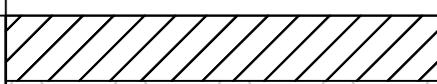
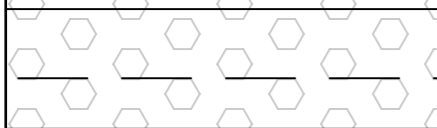
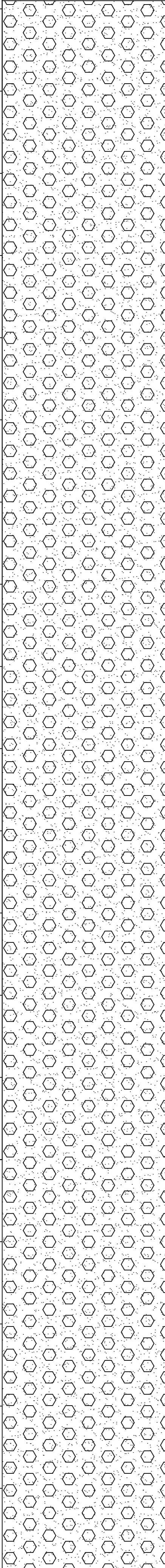
BATI CALVENZANO SRL	N. sondaggio Sondaggio S1
Cantiere: via Milano - Calvenzano (Bg)	Scala sondaggio 1:100
Metodo perf. Carotaggio continuo	Data ultimazione: 18 Gennaio 2021

**BATI** > CALVENZANO

**NG** > CONCEPT

Fotografie box portacampioni



BATI CALVENZANO SRL		N. sondaggio Sondaggio S2				
Cantiere: via Milano - Calvenzano (Bg)		Scala sondaggio 1:100				
Metodo perf. Carotaggio continuo		Data ultimazione: 19 Gennaio 2021				
Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Spessore	Profondita'	S.P.T.	Falda
		Coltre superficiale limosa argillosa con ciottoli	0,30	0,30		
1		Ghiaia sabbiosa limosa	0,60	0,90		
2		Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli eterometrici poligenici			SPT 2,00 - 2,45 m	5,10
3					22 - 32 - 40	
4						
5					SPT 4,50 - 4,95 m	
6					37 - R	
7					SPT 6,00 - 6,45 m	
8					15 - 13 - 15	
9						
10					SPT 9,00 - 9,45 m	
11					12 - 11 - 14	
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

BATI CALVENZANO SRL	N. sondaggio Sondaggio S2
Cantiere: via Milano - Calvenzano (Bg)	Scala sondaggio 1:100
Metodo perf. Carotaggio continuo	Data ultimazione: 19 Gennaio 2021



Fotografie box portacampioni



BATI CALVENZANO SRL		N. sondaggio Sondaggio S3							
Cantiere: via Milano - Calvenzano (Bg)		Scala sondaggio 1:100							
Metodo perf. Carotaggio continuo		Data ultimazione: 20 Gennaio 2021							
Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Spessore	Profondita'	S.P.T.	Falda			
1		Coltre superficiale limosa argillosa con ciottoli	0,10	0,10					
2		Limo argilloso con ciottoli e riporti antropici	2,20	2,30					
3		Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli eterometrici poligenici			Falda subalveo roggia	2,50			
4									
5								SPT 4,50 - 4,95 m	
6								38 - R	
7								SPT 6,00 - 6,45 m	
8								35 - 26 - 16	
9								SPT 9,00 - 9,45 m	
10								18 - 21 - 20	
11									
12								SPT 12,00 - 12,45 m	
13								29 - R	
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20			19,20	20,00					

BATI CALVENZANO SRL	N. sondaggio Sondaggio S3
Cantiere: via Milano - Calvenzano (Bg)	Scala sondaggio 1:100
Metodo perf. Carotaggio continuo	Data ultimazione: 20 Gennaio 2021

BATI > CALVENZANO

NG > CONCEPT

Fotografie box portacampioni





*Il rifiuto all'avanzamento R è riferibile al raggiungimento di livelli con grado di addensamento e/o locale cementazione tale da impedire ogni ulteriore prosecuzione della prova.*

*Nel sondaggio S3 è stata riscontrata la presenza di riporti antropici fino alla quota di circa - 2,3 m da p.c. da porre verosimilmente in relazione con gli scavi delle vicine rogge. Per tale motivo la prova SPT a - 2,00 m da p.c. non è stata eseguita (in sua sostituzione è stata eseguita una prova a - 7,50 m da p.c.). Gli esiti delle prove SPT eseguite a fondo foro confermano i dati delle penetrometrie eseguite dalla superficie e delle indagini del 2020 e sono compatibili (ad esclusione delle eccezioni indicate), con la presenza di terreni dotati di buona resistenza dinamica all'avanzamento della punta penetrometrica a tutte le quote.*

### 3.2.2 Prove di permeabilità (Prova tipo Lefranc) - 2021

Al fine di stimare il coefficiente di permeabilità K dei terreni, sono stata eseguita n° 1 prova di permeabilità in fase di avanzamento nel foro di sondaggio di ciascuno dei 3 sondaggi, alla quota di - 2,50/- 3,00 m da p.c.. Le prove sono state eseguite a carico costante. E' stata verificata la permeabilità del tratto di sondaggio scoperto a fondo foro di lunghezza 50 cm, al di sotto del tratto intubato. L'interpretazione dei dati forniti da tali prove permette di definire il coefficiente di permeabilità dei terreni e di valutare la loro capacità a garantire il drenaggio delle acque meteoriche ed il loro ritorno in falda.

*Le prove permeabilità Lefranc hanno fornito i seguenti esiti:*

Prove di permeabilità Lefranc a carico variabile		
Sondaggio	Quota in m da p.c.	K (m/sec)
S1	Da - 2,50 a - 3,00 m	$2,9 * 10^{-3}$ - Terreni adatti alla dispersione
S2	Da - 2,50 a - 3,00 m	$3,4 * 10^{-3}$ - Terreni adatti alla dispersione
S3	Da - 2,50 a - 3,00 m	$3,2 * 10^{-3}$ - Terreni adatti alla dispersione

*Permeabilità media sottofondo  $K = 3,1 * 10^{-3}$  m/s*

*Anche il valore di permeabilità conferma i precedenti valori stimati con le prove eseguite nel 2020.*

*I terreni di sottofondo sono dotati di permeabilità adeguata a consentire la dispersione delle acque meteoriche negli orizzonti superficiali del suolo mediante pozzi perdenti.*

### 3.2.3 Trincee esplorative - Prelievo campioni di terreno - Prove di permeabilità a fondo scavo

Col fine di descrivere la stratigrafia dei livelli superficiali di terreno, prelevare campioni da sottoporre ad analisi/prove di laboratorio ed eseguire prove di permeabilità del terreno, sono state eseguite n° 10 trincee esplorative con escavatore meccanico. Le trincee sono state spinte fino a - 2,5 - 2,7 m da piano campagna e sono state ubicate come da schema allegato. In tutte le trincee è stata possibile riconoscere la presenza di tre distinti livelli a composizione granulometrica e comportamento geotecnico (evidenziato dalle prove SCPT eseguite) differente. I limiti tra i differenti livelli sono riscontrabili a quote leggermente diverse a seconda se si consideri l'aspetto geotecnico (resistenza dinamica all'avanzamento della punta penetrometrica) o quello stratigrafico.

In tutte le trincee eseguite la stratigrafia esposta lungo la sezione di scavo è riassumibile secondo il seguente schema:

<b>Stratigrafia</b>	
Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,20/0,50 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,20/0,50 m a - 1,40/1,80 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,40/1,80 a - 2,50/2,70 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici

Mediamente è presente uno strato superficiale (terreno di coltivo a composizione limosa argillosa con abbondanti ciottoli) che si spinge fino a 40 - 50 cm di profondità. A questo livello segue rapidamente lo strato ghiaioso sabbioso limoso che si spinge fino a 1,60 - 1,80 m di profondità. Oltre tale strato segue il livello di ghiaie sabbiose limose con ciottoli e blocchi eterometrici. Come già accennato, considerando l'aspetto geotecnico (esito delle prove penetrometriche eseguite) la transizione tra il livello ghiaioso sabbioso limoso (dotato di mediocri caratteristiche geotecniche) ed il sottostante livello ghiaioso sabbioso (dotato di buone caratteristiche geotecniche) è individuabile ad una quota di circa 1,80 - 2,00 m da p.c.. Solo nella porzione occidentale del lotto si sono osservate le anomalie accennate che dovranno essere attentamente valutate in fase di esecuzione degli scavi (locali approfondimenti del piano di posa delle fondazioni e/o miglioramento geotecnico del sottofondo). Nelle trincee esplorative sono stati prelevati i campioni da sottoporre alle analisi/prove di laboratorio indicate nei paragrafi seguenti. Al fondo delle trincee sono state eseguite prove di permeabilità a carico costante immettendo acqua da cisterna e verificando i volumi immessi nell'unità di tempo per mantenere costante il livello di acqua raggiunto:

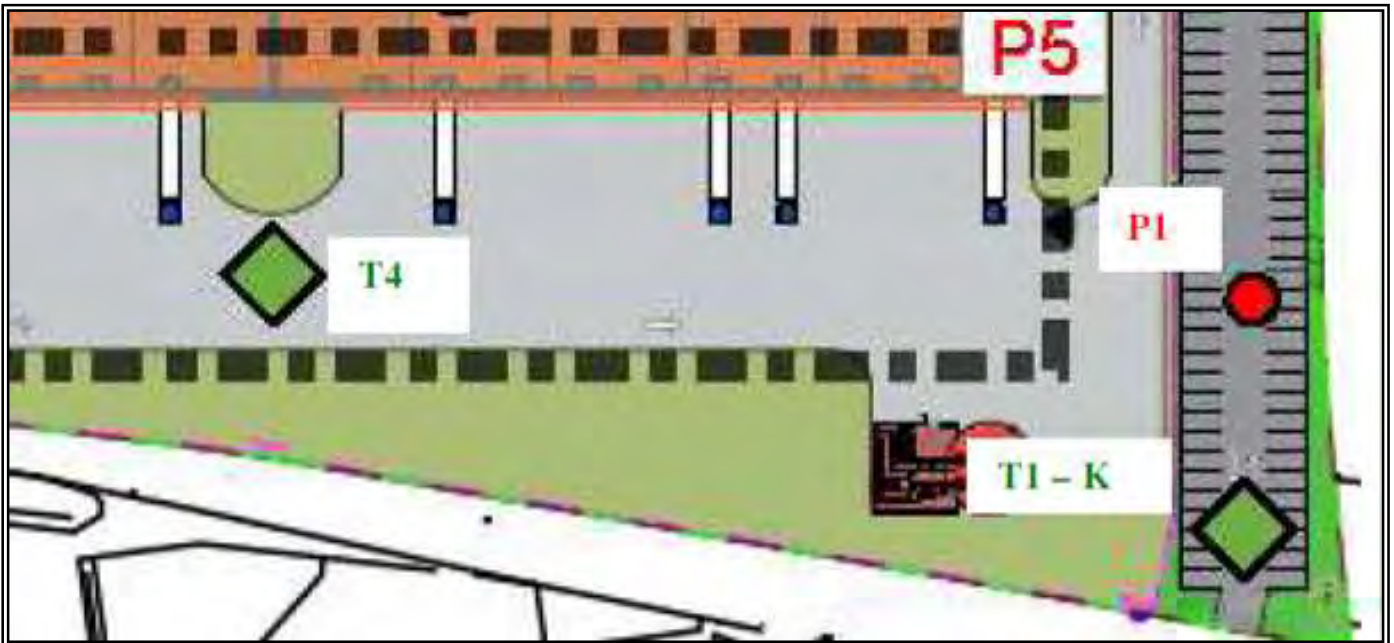
<b>Prove di permeabilità a carico costante a fondo trincea</b>		
Trincea	Quota in m da p.c.	K (m/sec)
1 - K1	Da - 2,00 a - 2,50 m	$3,9 * 10^{-3}$ - Terreni adatti alla dispersione
5 - K2	Da - 2,20 a - 2,70 m	$4,7 * 10^{-3}$ - Terreni adatti alla dispersione
7 - K3	Da - 2,20 a - 2,70 m	$5,8 * 10^{-3}$ - Terreni adatti alla dispersione

**Permeabilità media sottofondo  $K = 4,8 * 10^{-3}$  m/s**

**Anche il valore di permeabilità conferma i precedenti valori stimati con le prove eseguite nel 2020 ed in linea con le prove di permeabilità eseguite a fondo foro nei sondaggi S1 - S2 ed S3.**

**I terreni di sottofondo sono dotati di permeabilità adeguata a consentire la dispersione delle acque meteoriche negli orizzonti superficiali del suolo mediante pozzi perdenti.**

**Si raccomanda, a favore di sicurezza, di utilizzare il dato più cautelativo riferito alle prove Lefranc e pari a Permeabilità media sottofondo  $K = 3,1 * 10^{-3}$  m/s. Nella realizzazione dei pozzi perdenti si dovrà avere attenzione a garantire un adeguato livello tra il fondo dei pozzi ed il livello di massima oscillazione positiva della falda. In linea di massima si raccomanda di non superare la profondità di 4 m da p.c. con il fondo dei pozzi.**



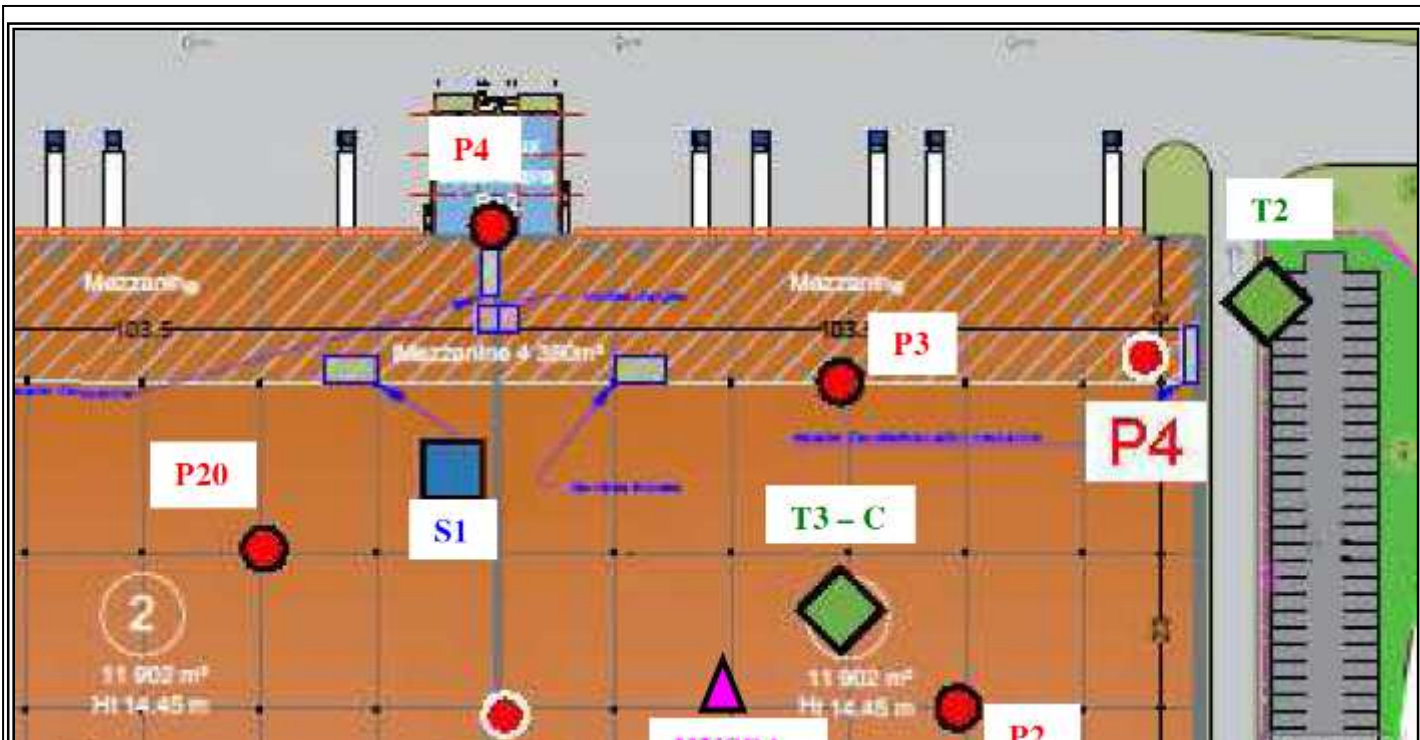
**Nella trincea T1 è stata eseguita una prova di permeabilità a fondo foro**

**Sono stati prelevati campioni alla quota di 1,00 m da p.c. e a - 2,5 m da p.c. per analisi trattamento con calce**

<b>Stratigrafia</b>	
Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,50 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,50 m a - 1,60 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,60 m a - 2,50 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



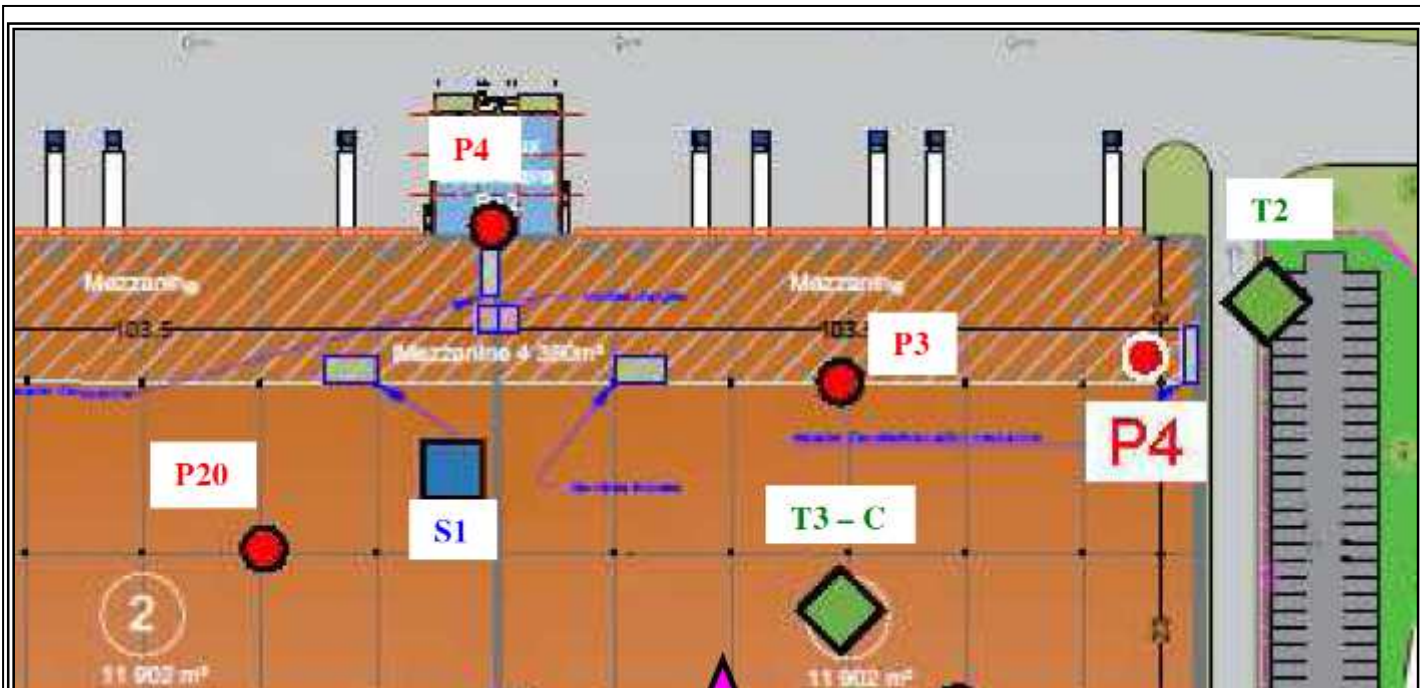
**Trincea esplorativa T 1**



<b>Stratigrafia</b>	
Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,40 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,40 m a - 1,50 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,50 m a - 2,50 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



**Trincea esplorativa T 2**

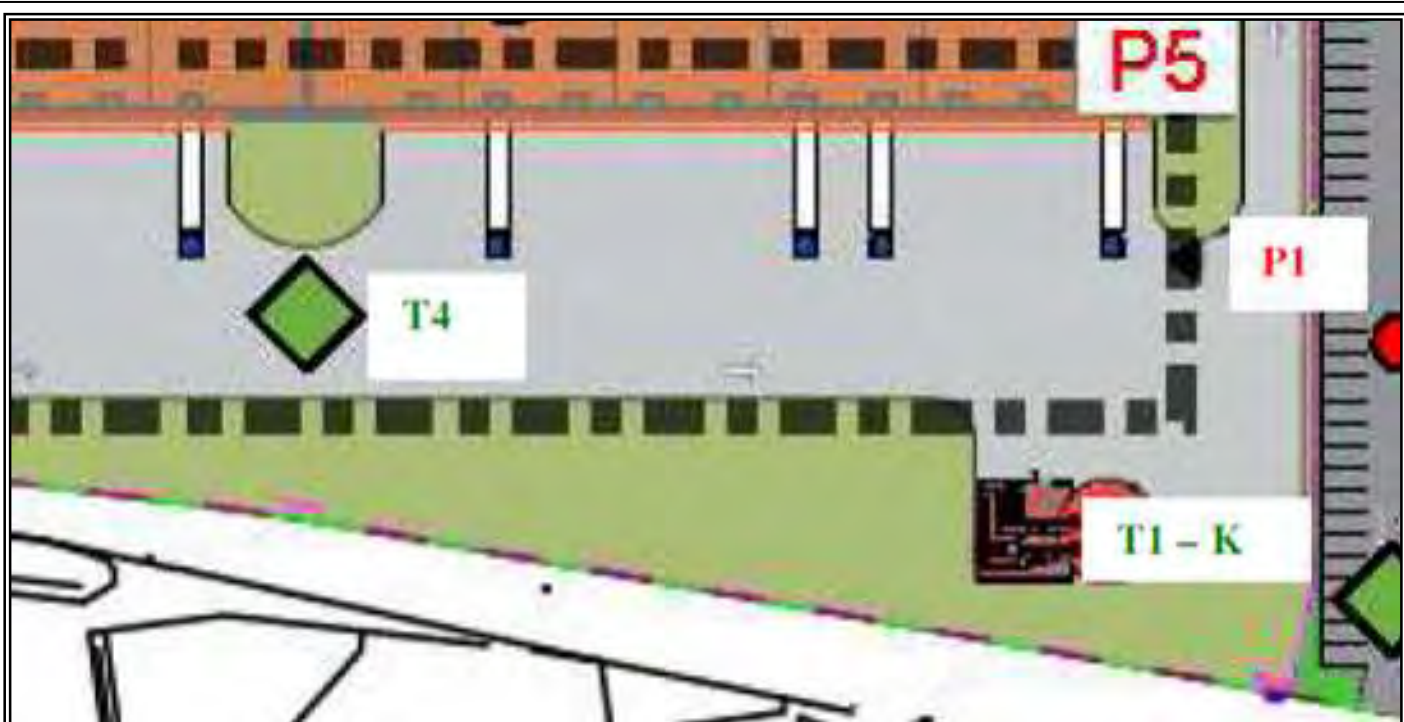


**Nella trincea T3 sono stati prelevati campioni di terreno alla quota di 1,5 m e - 2,2 m**

<b>Stratigrafia</b>	
<b>Profondità da p.c. (m)</b>	<b>Descrizione</b>
Da p.c. a - 0,30 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,30 m a - 1,40 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,40 m a - 2,50 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



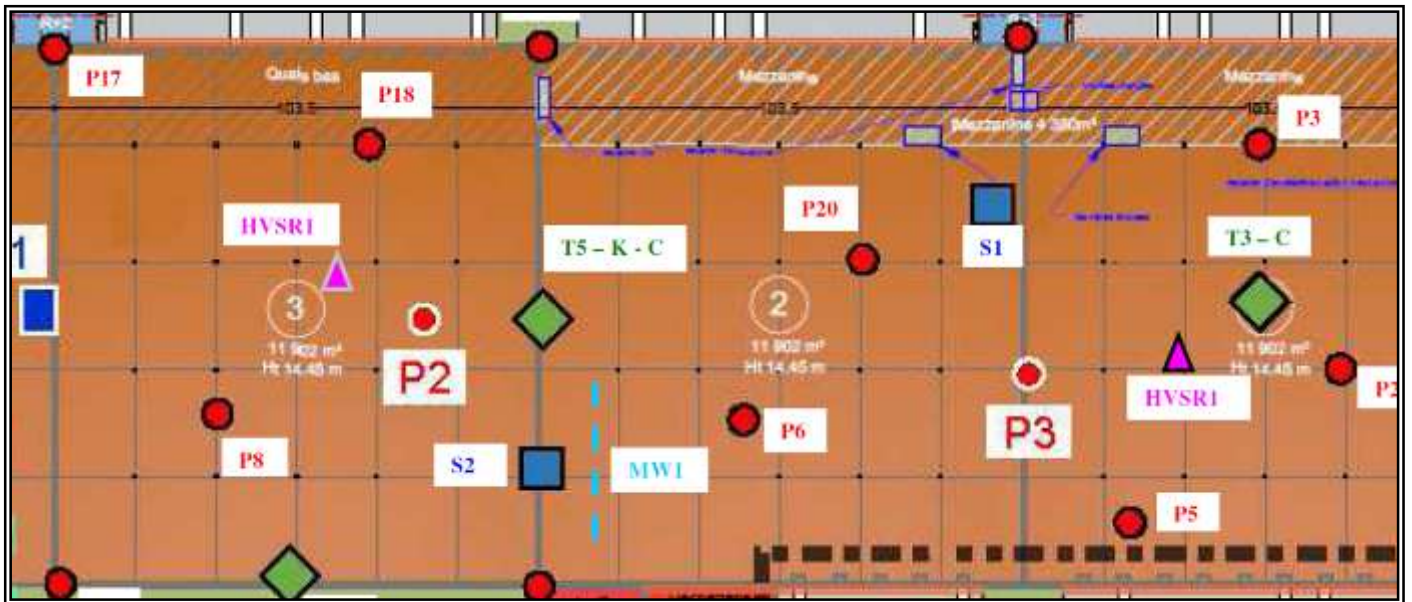
**Trincea esplorativa T 3**



<b>Stratigrafia</b>	
Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,50 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,50 m a - 1,70 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,70 m a - 2,50 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



**Trincea esplorativa T 4**



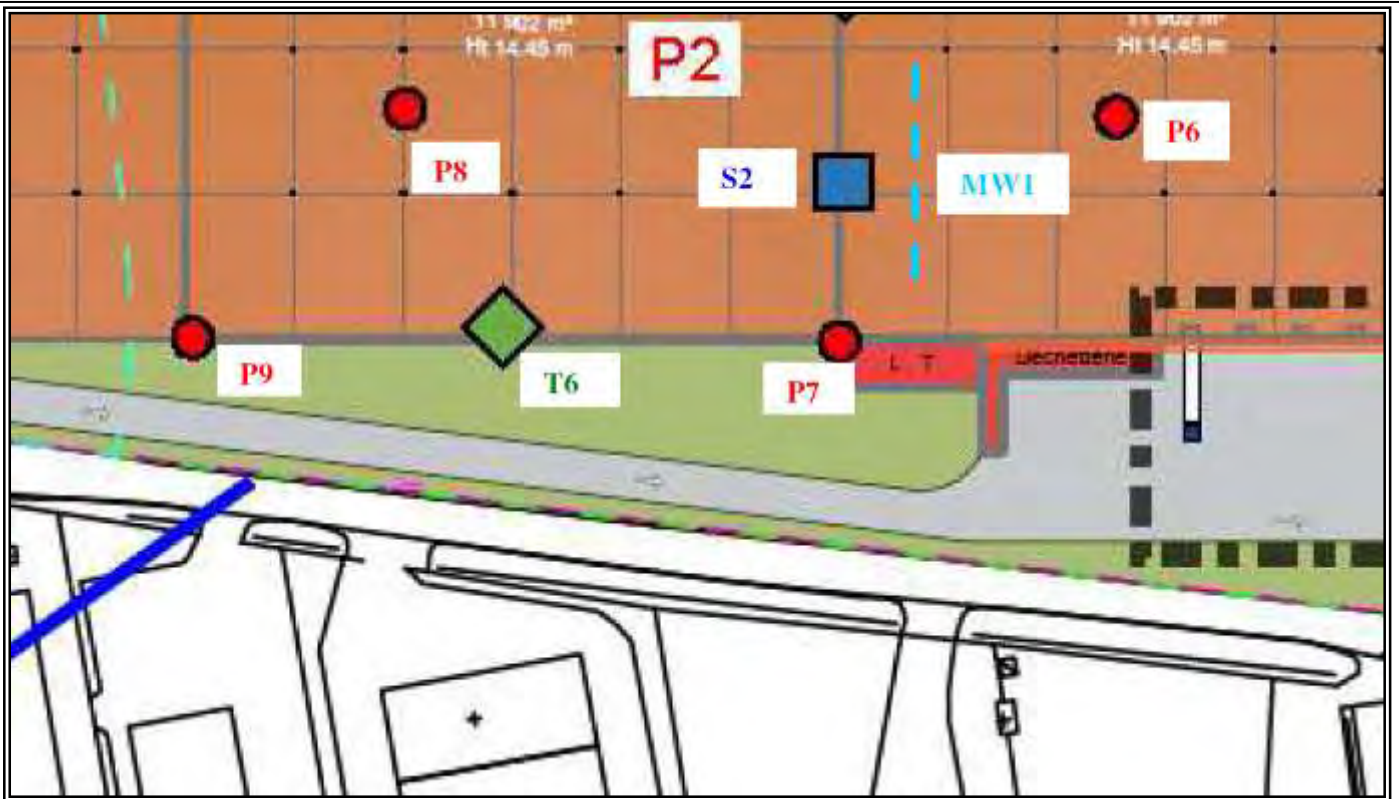
**Nella trincea T5 è stata eseguita una prova di permeabilità a fondo foro**

**E' stato prelevato campione di terreno alla quota di 1,10 m da p.c.**

<b>Stratigrafia</b>	
Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,40 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,40 m a - 1,20 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,20 m a - 2,70 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



**Trincea esplorativa T 5**

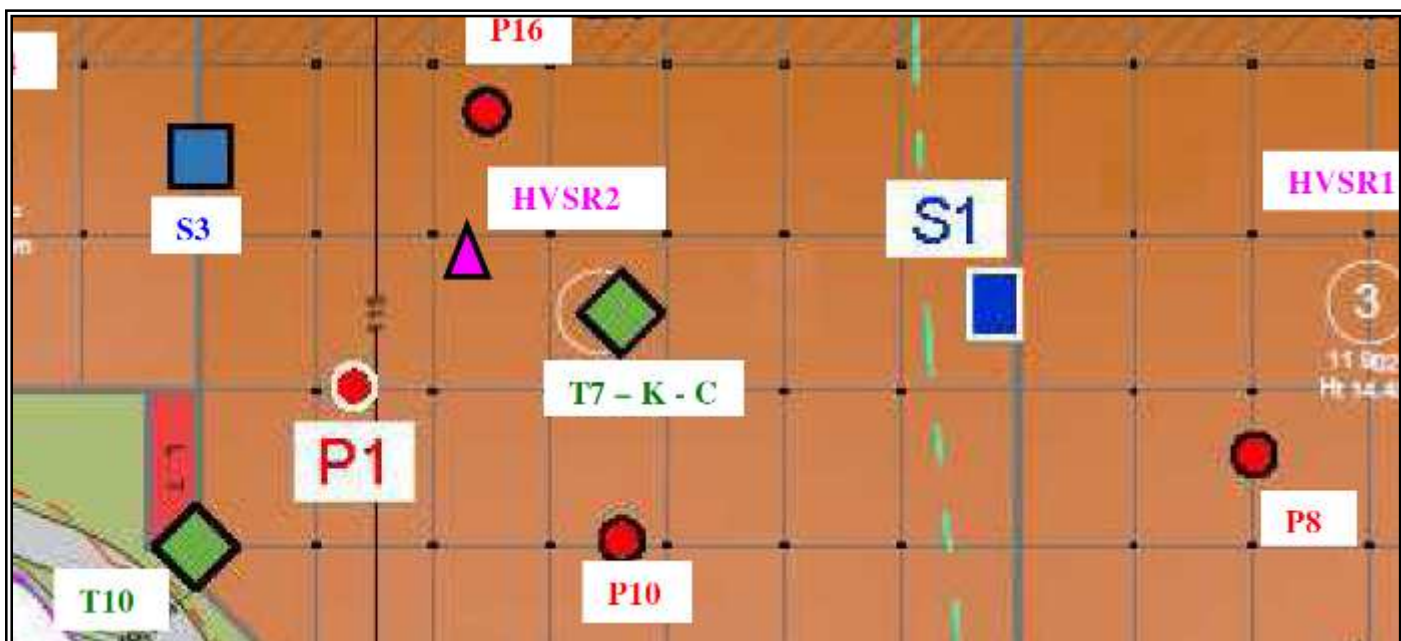


<b>Stratigrafia</b>	
Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,40 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,40 m a - 1,60 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,60 m a - 2,50 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



**Trincea esplorativa T 6**





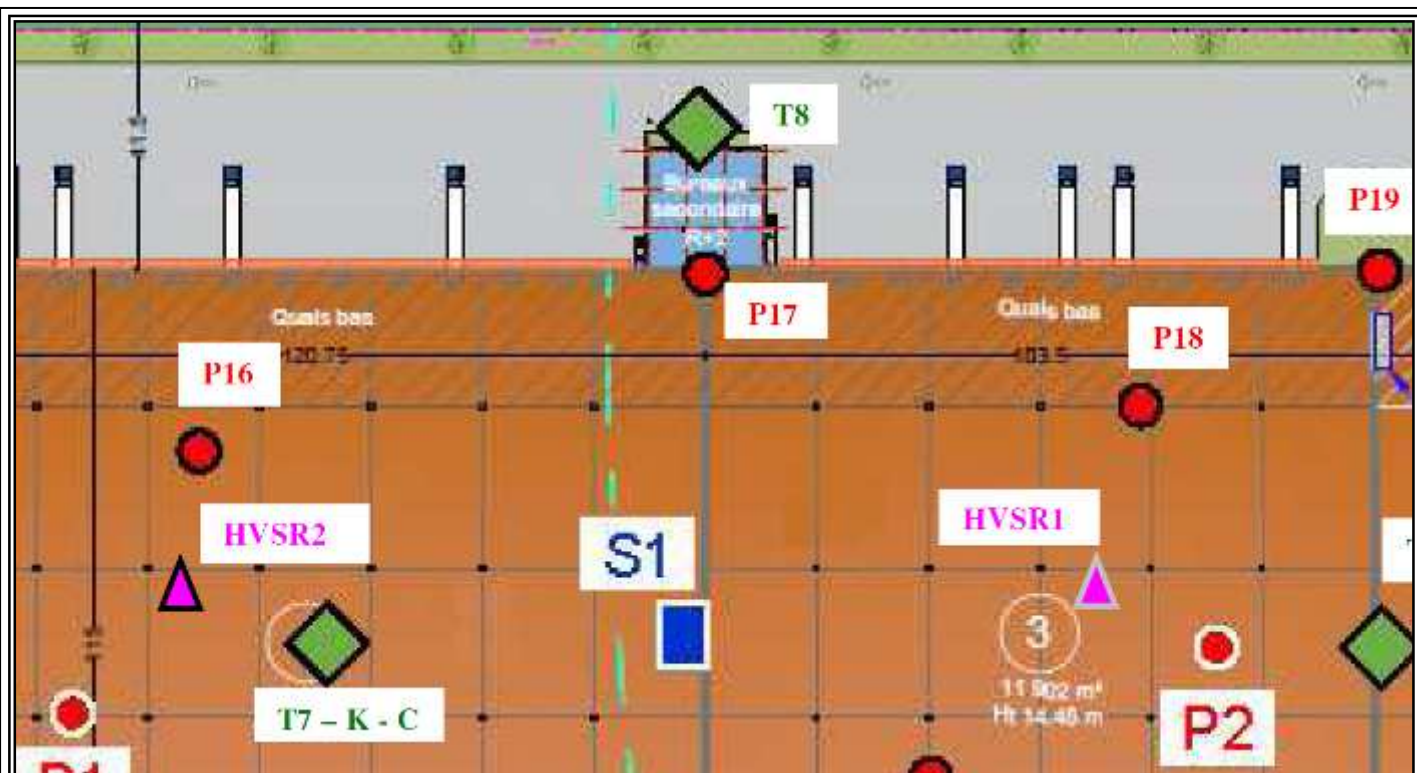
**Nella trincea T7 è stata eseguita una prova di permeabilità a fondo foro**

**Sono stati prelevati campioni di terreno alla quota di 1,30 m da p.c. e a - 2,5 m da p.c.**

<b>Stratigrafia</b>	
Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,50 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,50 m a - 1,80 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,80 m a - 2,70 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



**Trincea esplorativa T 7**

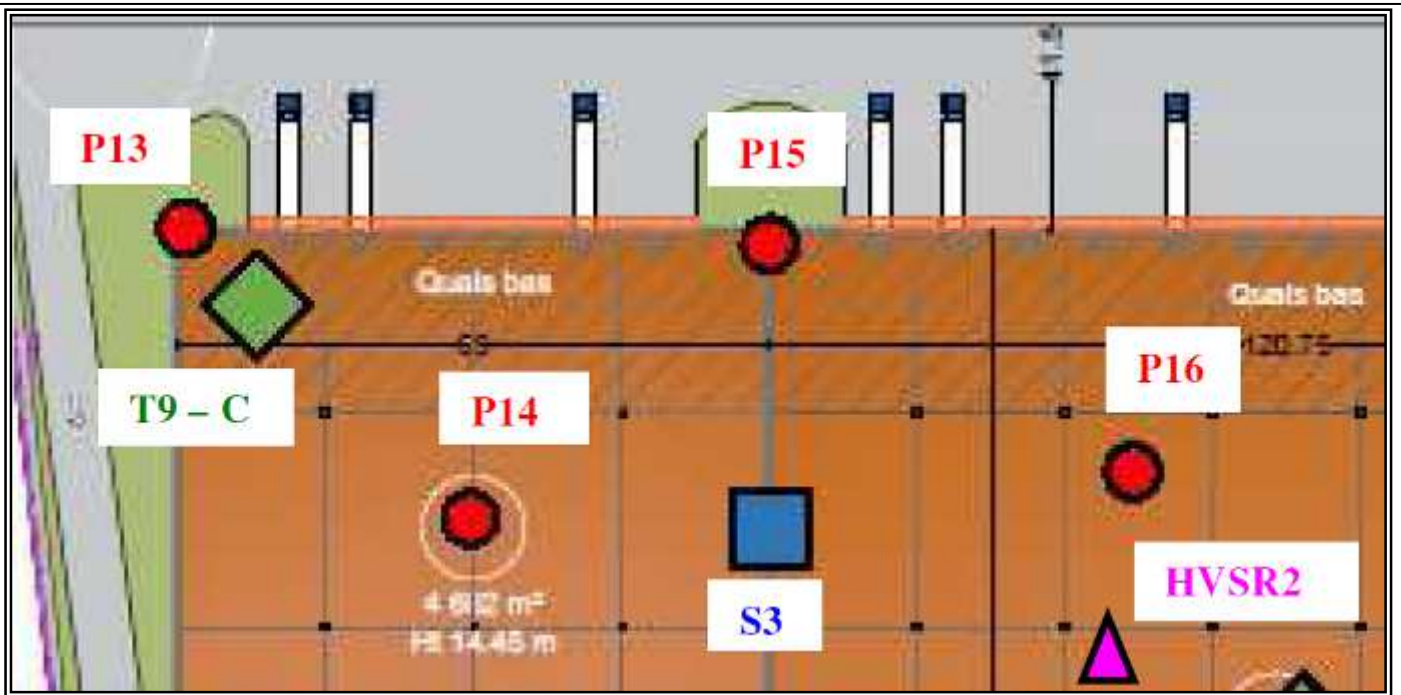


### Stratigrafia

Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,50 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,50 m a - 1,60 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,60 m a - 2,50 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



Trincea esplorativa T 8

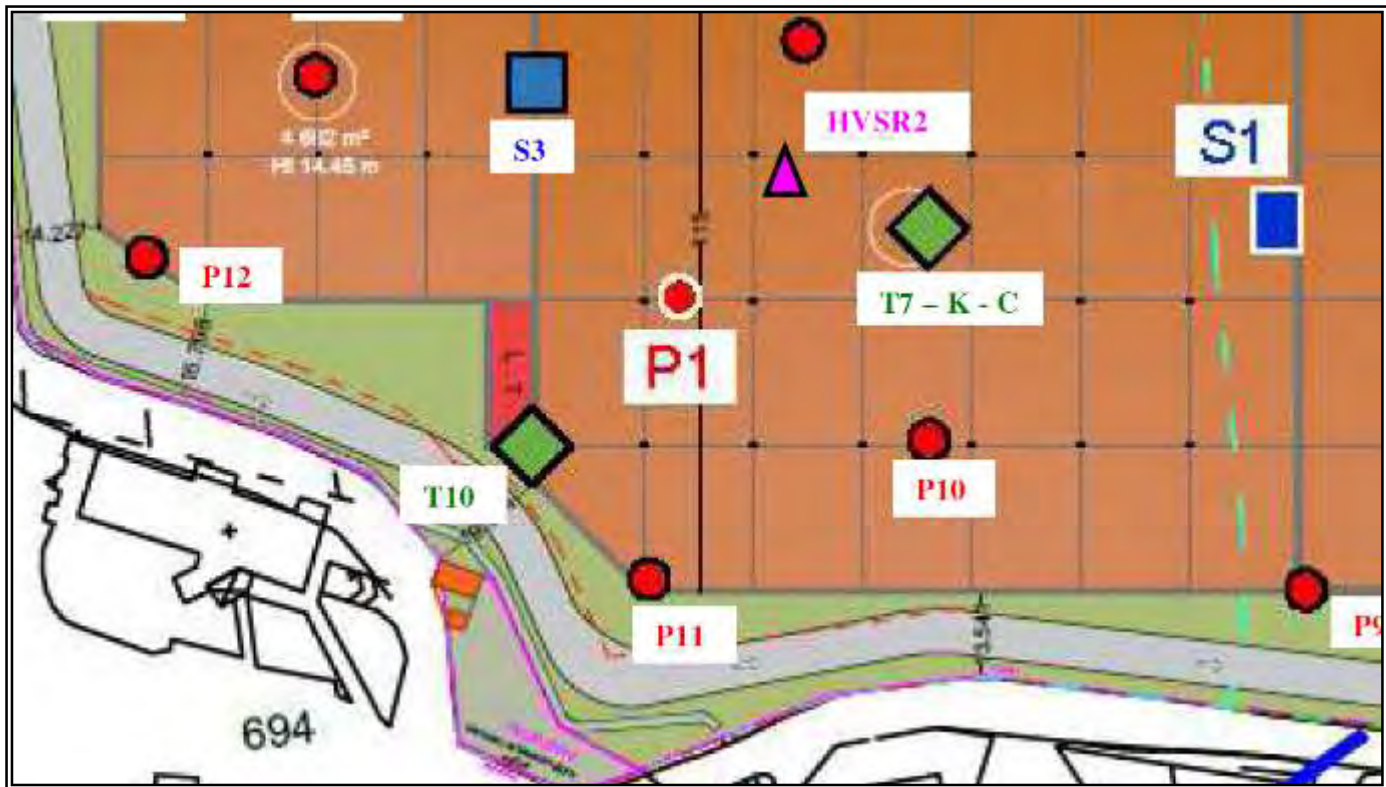


Nella trincea T9 è stato prelevato un campione di terreno alla quota di 1,5 m da p.c.

<b>Stratigrafia</b>	
Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,50 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,50 m a - 1,80 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,80 m a - 2,70 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



**Trincea esplorativa T 9**



<b>Stratigrafia</b>	
Profondità da p.c. (m)	Descrizione
Da p.c. a - 0,20 m	Limo argilloso e ciottoli
da - 0,20 m a - 1,70 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa
da - 1,70 m a - 2,50 m da p.c.	Ghiaia sabbiosa limosa con ciottoli e blocchi eterometrici poligenici



**Trincea esplorativa T 10**

### 3.2.4 - Prelievo campioni e analisi di laboratorio - 2021

Durante le indagini in sito sono stati prelevati campioni di terreno a prevalente comportamento granulare (non sono presenti livelli a composizione prevalentemente coesiva e dunque non è stato possibile prelevare campioni di terreno indisturbati da sottoporre a prove di consolidazione edometrica in laboratorio). I campioni di terreno sono stati prelevati nelle trincee eseguite con escavatore e mediante quartatura del materiale prelevato alla quota di riferimento, sono stati confezionati i relativi campioni che sono stati conferiti al Laboratorio certificato ISMGEO di Seriate per le successive analisi. Sono state eseguite le seguenti prove/analisi:

#### Analisi/prove di laboratorio su campioni prelevati nelle trincee esplorative

Trincea	Campione	Quota prelievo da p.c.	Analisi/prova eseguita
N° 1	A	- 1,00 m	Proctor naturale - Proctor calce CBR naturale - CBR calce
N° 1	B	- 2,50 m	Proctor naturale - Proctor calce CBR naturale - CBR calce
N° 3	Trincea 3A	- 1,5 m	Analisi granulometrica - Densità di volume Contenuto naturale acqua
N° 3	Trincea 3B	- 2,2 m	Analisi granulometrica - Densità di volume Contenuto naturale acqua
N° 5	Trincea 5A	- 1,10 m	Analisi granulometrica - Densità di volume Contenuto naturale acqua
N° 7	Trincea 7A	- 1,30	Analisi granulometrica - Densità di volume Contenuto naturale acqua
N° 7	Trincea 7B	- 2,5 m	Analisi granulometrica - Densità di volume Contenuto naturale acqua
N° 9	Trincea 9A	- 1,50 m	Analisi granulometrica - Densità di volume Contenuto naturale acqua

Come già accennato non è stato possibile prelevare, come inizialmente richiesto dai tecnici della Committenza, campioni di terreno indisturbato (mediante fustella Shleby) da sottoporre ad analisi di laboratorio di consolidazione edometrica in quanto la componente granulare dei terreni prevale anche nei livelli più superficiali e dunque non è stato possibile campionare frazioni di terreno a comportamento coesivo.

Gli esiti delle analisi di laboratorio sono riportati nei report allegati.

### 3.2.5 Prove penetrometriche dinamiche continue SCPT - 2021

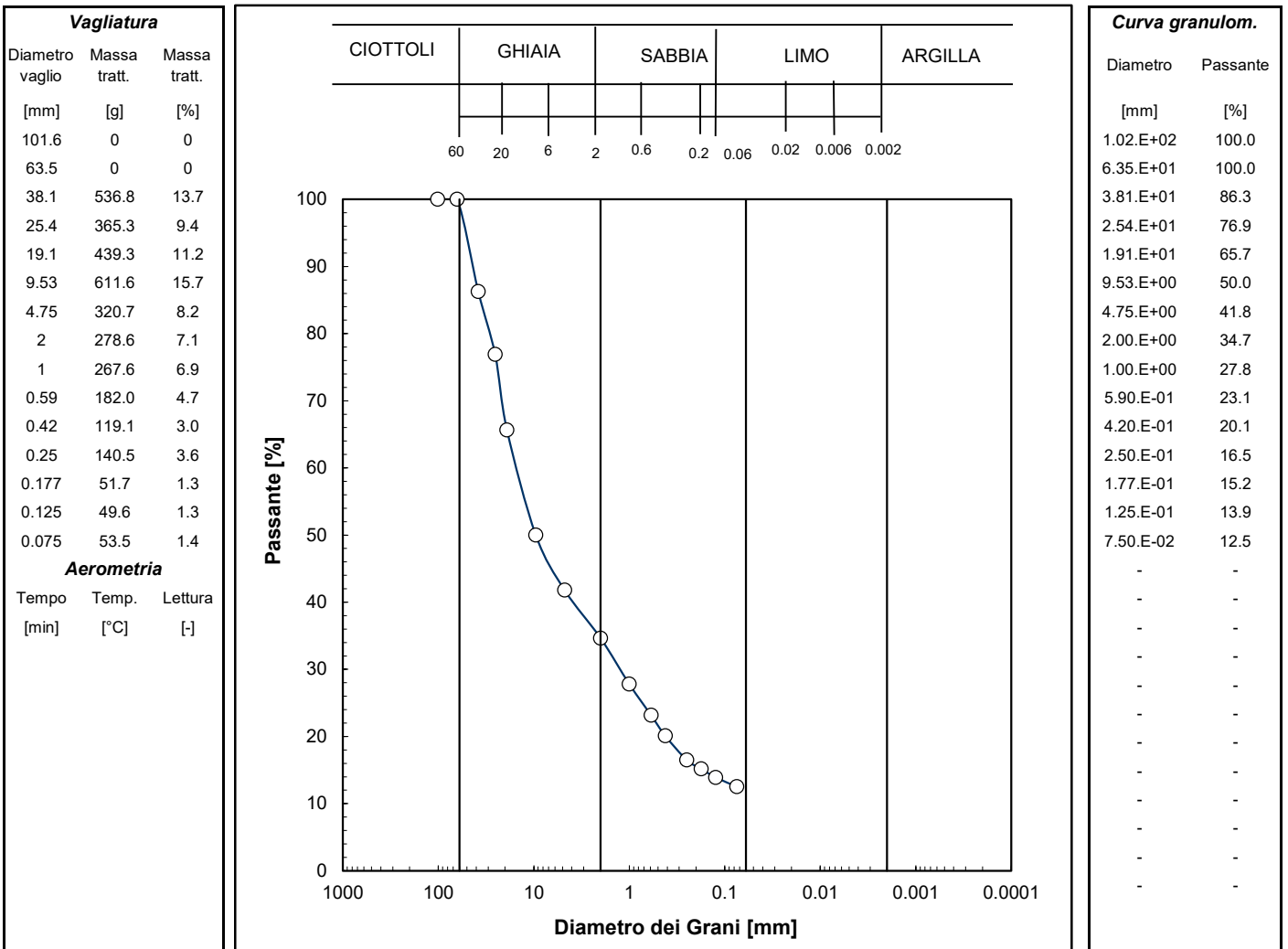
Sono state eseguite n° 20 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT. Le prove sono state eseguite con l'impiego del penetrometro dinamico Compac DPSH - 75 le cui caratteristiche tecniche sono di seguito riportate:

**Peso massa battente 63,5 Kg - altezza caduta libera 0,75 m - Diametro punta conica 50,8 mm - Lunghezza delle aste 1 m - Peso aste per metro 6,3 Kg - Profondità di giunzione della prima asta 0,90 m - Avanzamento punta 0,20 m.** L'impiego di tale strumento consente la registrazione continua dei dati relativi alla resistenza all'avanzamento della punta penetrometrica ogni 20 cm permettendo la discretizzazione ottimale dei singoli livelli di terreno attraversato. Le successive elaborazioni ed interpretazioni dei dati forniti dalle prove penetrometriche consentono di attribuire a ciascun livello di terreno attraversato i parametri litotecnici

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	11/02/2021	Angeloni	Saccenti

<b>Committente:</b>	<b>BATI CALVENZANO S.r.L.</b>
<b>Cantiere:</b>	<b>POLO LOGISTICO CALVENZANO</b>
<b>Sondaggio:</b>	<b>TRINCEA3</b>
<b>Campione:</b>	<b>A</b>
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	<b>-</b>
<b>Prova:</b>	<b>Gr 1</b>
<b>Data prova:</b>	<b>03/02/2021</b>

Normativa di riferimento: ASTM D422  
 Classificazione di riferimento: AGI 1977  
 N° certificato di prova:  
 N° verbale di accettazione: 008/2021



Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D <sub>60</sub> [mm]	D <sub>50</sub> [mm]
		da m	a m												
Gr 1	x	0.00	0.00	3906.0	VIA UMIDA	13	2	64	23	12*	0*	0	8.81	1.5.E+01	9.5.E+00

NOTE:

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	12/02/2021	Angeloni	Saccenti

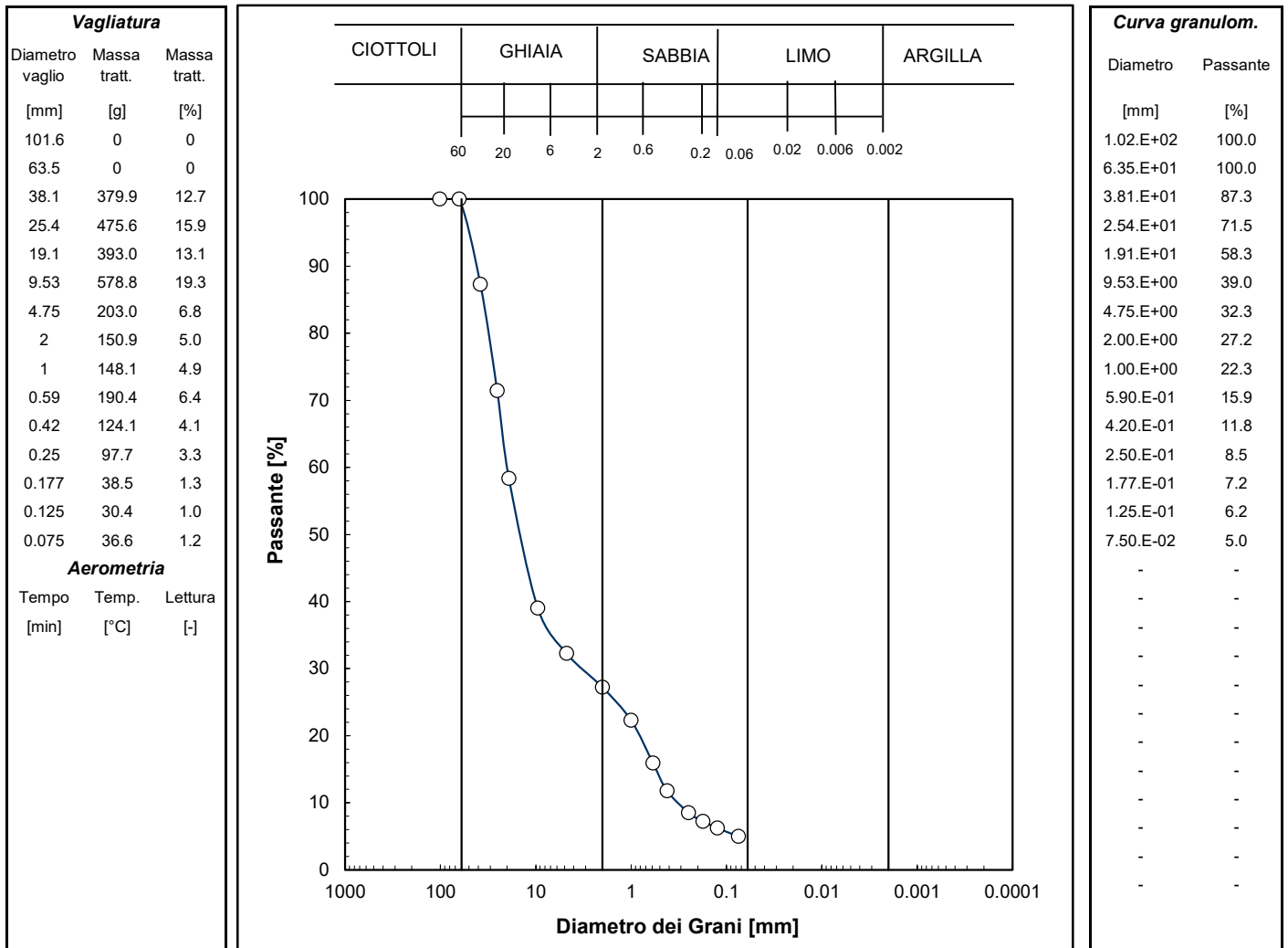
**Committente:** BATI CALVENZANO S.r.L.  
**Cantiere:** POLO LOGISTICO CALVENZANO  
**Sondaggio:** TRINCEA3  
**Campione:** B  
**Profondità prelievo [m]:** -  
**Prova:** Gr 1  
**Data prova:** 03/02/2021

Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 008/2021



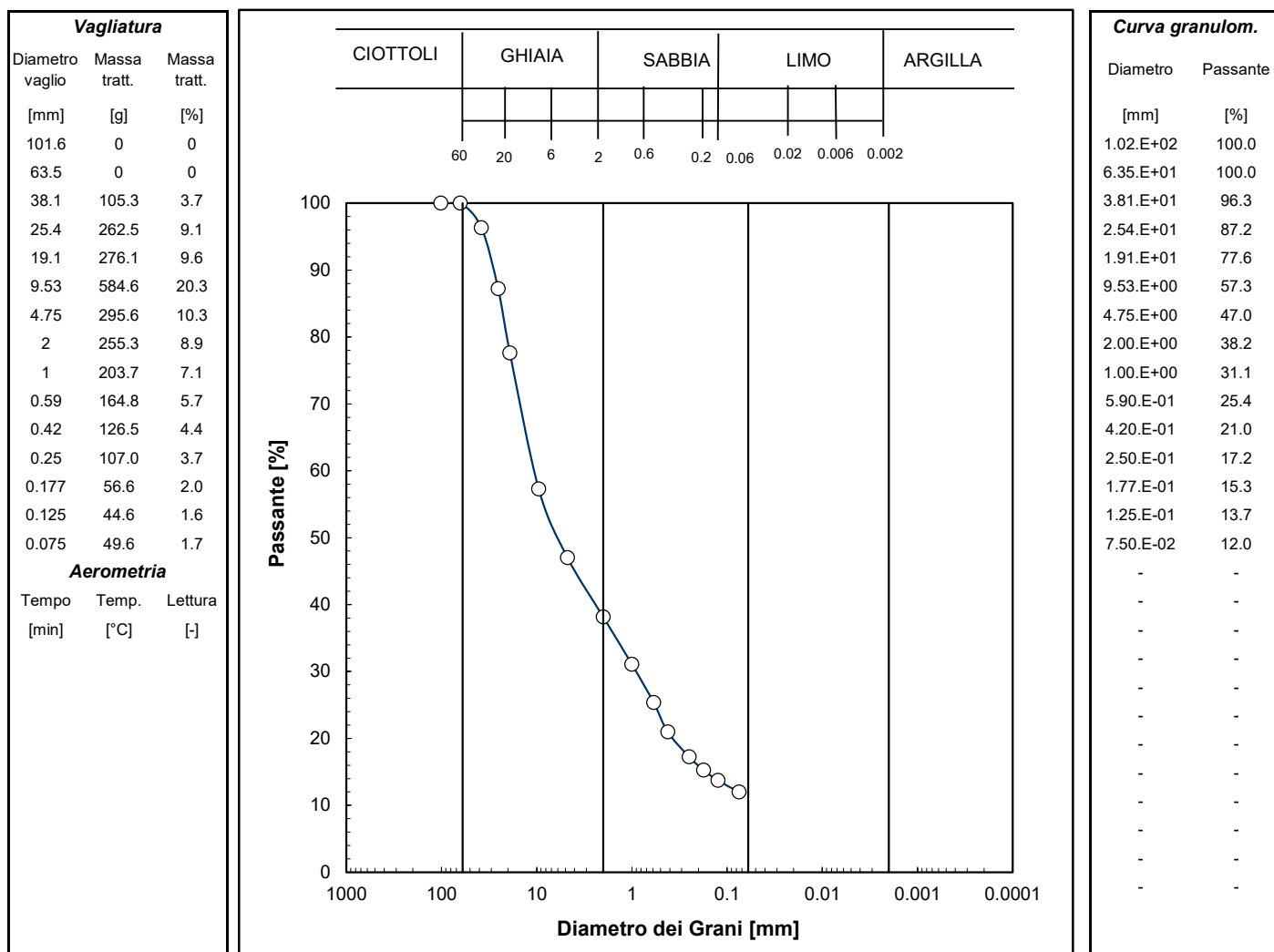
Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D <sub>60</sub> [mm]	D <sub>50</sub> [mm]
		da m	a m												
Gr 1	x	0.00	0.00	2997.2	VIA UMIDA	5	1	71	23	4*	0*	0	6.16	2.0.E+01	1.4.E+01

NOTE:

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	11/02/2021	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D422  
 Classificazione di riferimento: AGI 1977  
 N° certificato di prova:  
 N° verbale di accettazione: 008/2021

<b>Committente:</b>	<b>BATI CALVENZANO S.r.L.</b>
<b>Cantiere:</b>	<b>POLO LOGISTICO CALVENZANO</b>
<b>Sondaggio:</b>	<b>TRINCEA5</b>
<b>Campione:</b>	<b>A</b>
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	<b>-</b>
<b>Prova:</b>	<b>Gr 1</b>
<b>Data prova:</b>	<b>03/02/2021</b>



Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D <sub>60</sub> [mm]	D <sub>50</sub> [mm]
		da m	a m												
Gr 1	x	0.00	0.00	2877.4	VIA UMIDA	12	0	61	27	11*	0*	0	5.3	1.0.E+01	5.8.E+00

NOTE:



rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	12/02/2021	Angeloni	Saccenti

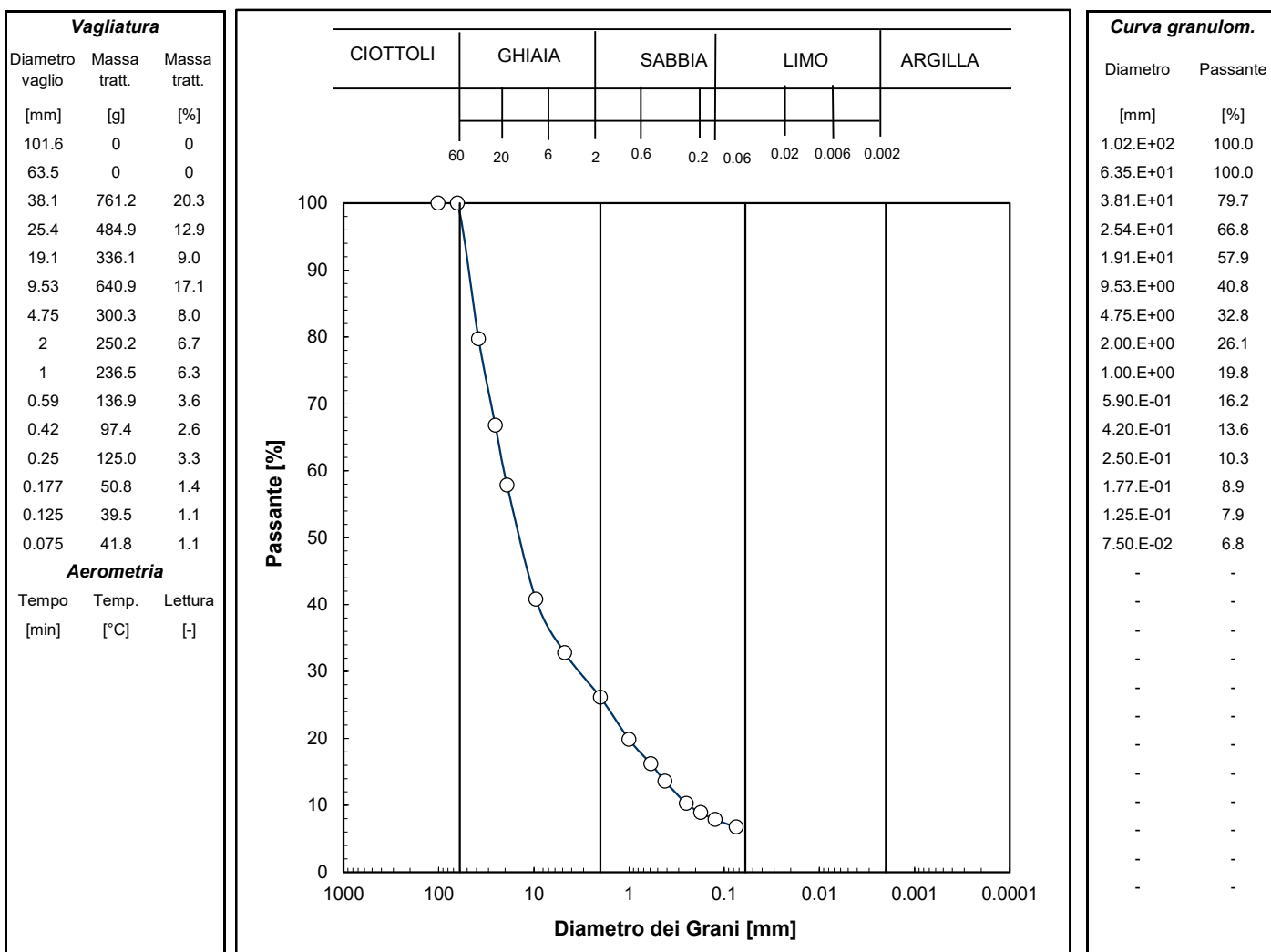
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 008/2021

<b>Committente:</b>	<b>BATI CALVENZANO S.r.L.</b>
<b>Cantiere:</b>	<b>POLO LOGISTICO CALVENZANO</b>
<b>Sondaggio:</b>	<b>TRINCEA7</b>
<b>Campione:</b>	<b>A</b>
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	<b>-</b>
<b>Prova:</b>	<b>Gr 1</b>
<b>Data prova:</b>	<b>04/02/2021</b>



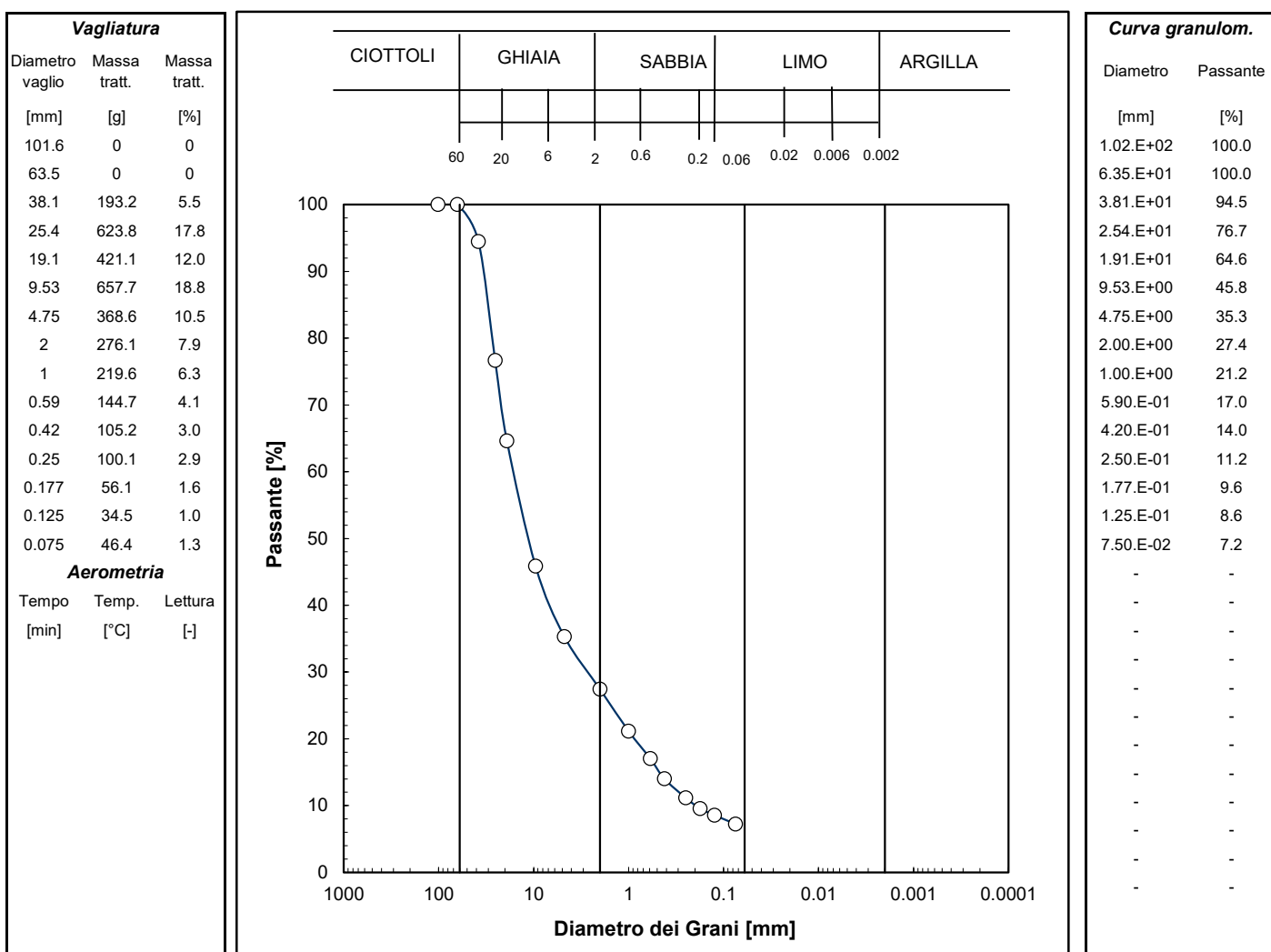
Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D <sub>60</sub> [mm]	D <sub>50</sub> [mm]
		da m	a m												
Gr 1	x	0.00	0.00	3755.3	VIA UMIDA	7	2	72	20	6*	0*	0	8.12	2.0.E+01	1.4.E+01

NOTE:

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	11/02/2021	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D422  
 Classificazione di riferimento: AGI 1977  
 N° certificato di prova:  
 N° verbale di accettazione: 008/2021

<b>Committente:</b>	<b>BATI CALVENZANO S.r.l.</b>
<b>Cantiere:</b>	<b>POLO LOGISTICO CALVENZANO</b>
<b>Sondaggio:</b>	<b>TRINCEA7</b>
<b>Campione:</b>	<b>B</b>
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	<b>-</b>
<b>Prova:</b>	<b>Gr 1</b>
<b>Data prova:</b>	<b>04/02/2021</b>



Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D <sub>60</sub> [mm]	D <sub>50</sub> [mm]
		da m	a m												
Gr 1	x	0.00	0.00	3500.8	VIA UMIDA	7	1	72	21	7*	0*	0	5.68	1.6.E+01	1.1.E+01

NOTE:



D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	10/02/2021	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

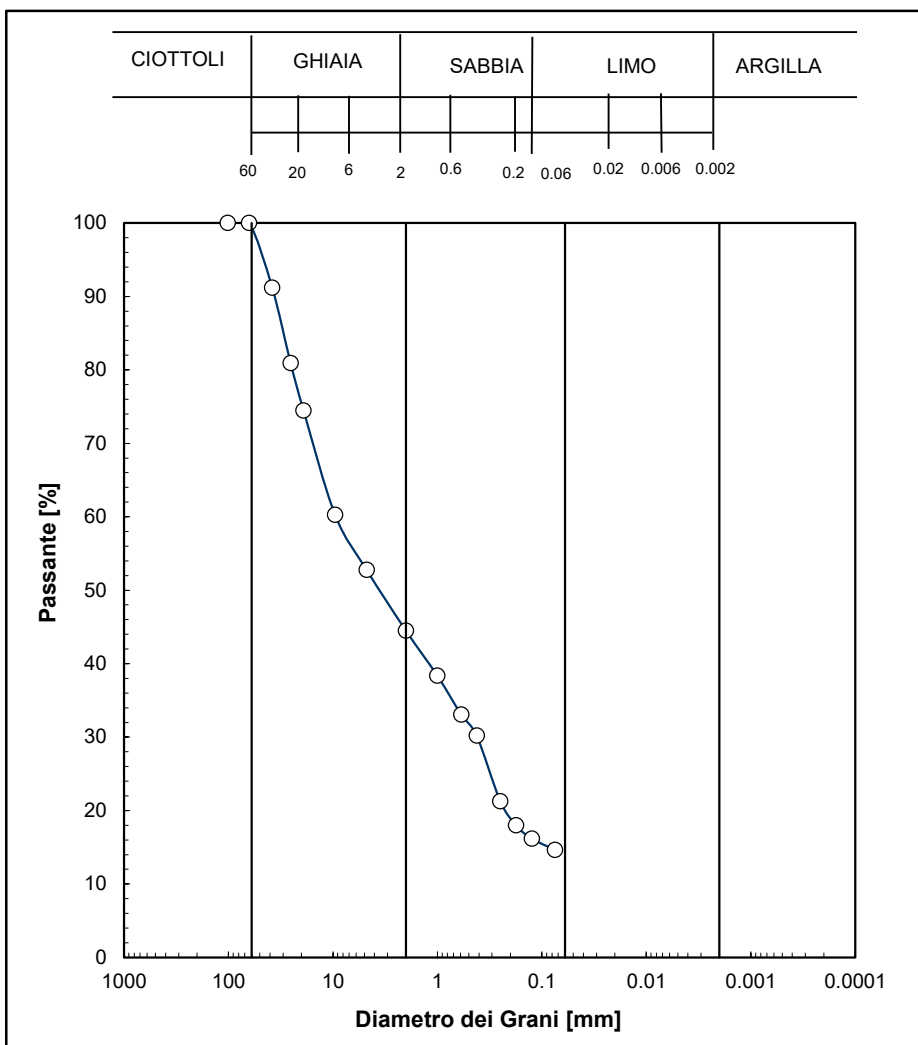
N° verbale di accettazione: 008/2021

<b>Committente:</b>	<b>BATI CALVENZANO S.r.L.</b>
<b>Cantiere:</b>	<b>POLO LOGISTICO CALVENZANO</b>
<b>Sondaggio:</b>	<b>TRINCEA 9</b>
<b>Campione:</b>	<b>A</b>
<b>Profondità prelievo [m]:</b>	<b>-</b>
<b>Prova:</b>	<b>Gr 1</b>
<b>Data prova:</b>	<b>03/02/2021</b>

Vagliatura		
Diametro vaglio [mm]	Massa tratt. [g]	Massa tratt. [%]
101.6	0	0
63.5	0	0
38.1	316.5	8.8
25.4	368.6	10.3
19.1	231.5	6.4
9.53	510.3	14.2
4.75	269.3	7.5
2	296.8	8.3
1	220.4	6.1
0.59	190.3	5.3
0.42	102.3	2.9
0.25	320.8	8.9
0.177	117.3	3.3
0.125	64.7	1.8
0.075	55.2	1.5

Aerometria		
Tempo [min]	Temp. [°C]	Lettura [-]



Curva granulom.	
Diametro [mm]	Passante [%]
1.02.E+02	100.0
6.35.E+01	100.0
3.81.E+01	91.2
2.54.E+01	80.9
1.91.E+01	74.5
9.53.E+00	60.3
4.75.E+00	52.8
2.00.E+00	44.5
1.00.E+00	38.3
5.90.E-01	33.0
4.20.E-01	30.2
2.50.E-01	21.3
1.77.E-01	18.0
1.25.E-01	16.2
7.50.E-02	14.7
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D <sub>60</sub> [mm]	D <sub>50</sub> [mm]
		da m	a m												
Gr 1	x	0.00	0.00	3590.1	VIA UMIDA	15	1	55	31	14*	0*	0	6.16	9.3.E+00	3.6.E+00

NOTE:

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	12/02/2021	diaby-Procino	Saccenti

Normativa di riferimento: CNR UNI n.69

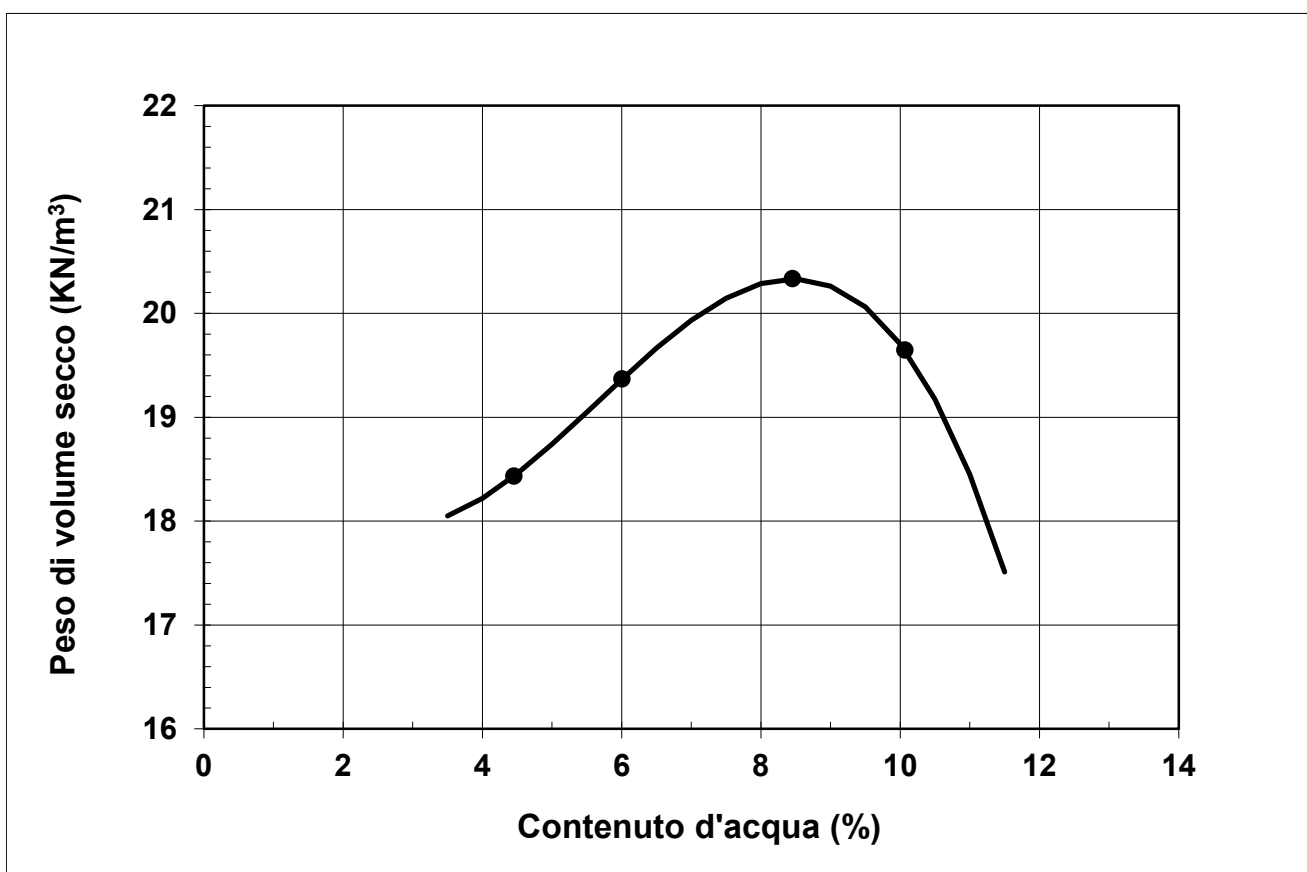
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 008/2021

<b>Committente:</b>	<b>BATI CALVENZANO s.r.l</b>
<b>Cantiere:</b>	<b>POLO LOGISTICO CALVENZANO (BG)</b>
<b>Sondaggio:</b>	<b>0</b>
<b>Campione:</b>	<b>A</b>
<b>Profondità [m]:</b>	<b>0.00</b>
<b>Prova:</b>	<b>PrS</b>
<b>Numero prova:</b>	<b>1</b>
<b>Data prova:</b>	<b>11/02/2021</b>

Determinazione	1	2	3	4
Peso di volume umido (KN/m <sup>3</sup> )	22.05	19.25	20.53	21.62
Umidità del terreno (%)	8.45	4.46	6.01	10.07
Peso di volume secco (KN/m <sup>3</sup> )	20.33	18.43	19.37	19.65

<b>Peso di volume secco massimo (KN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>20.33</b>
<b>Umidità ottima (%)</b>	<b>8.46</b>



Tipo di compattazione: **STANDARD**  
Diametro formatore: **6"**

<b>Note:</b>	
--------------	--

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	12/02/2021	diaby-Procino	Saccenti

Normativa di riferimento: CNR UNI n.69

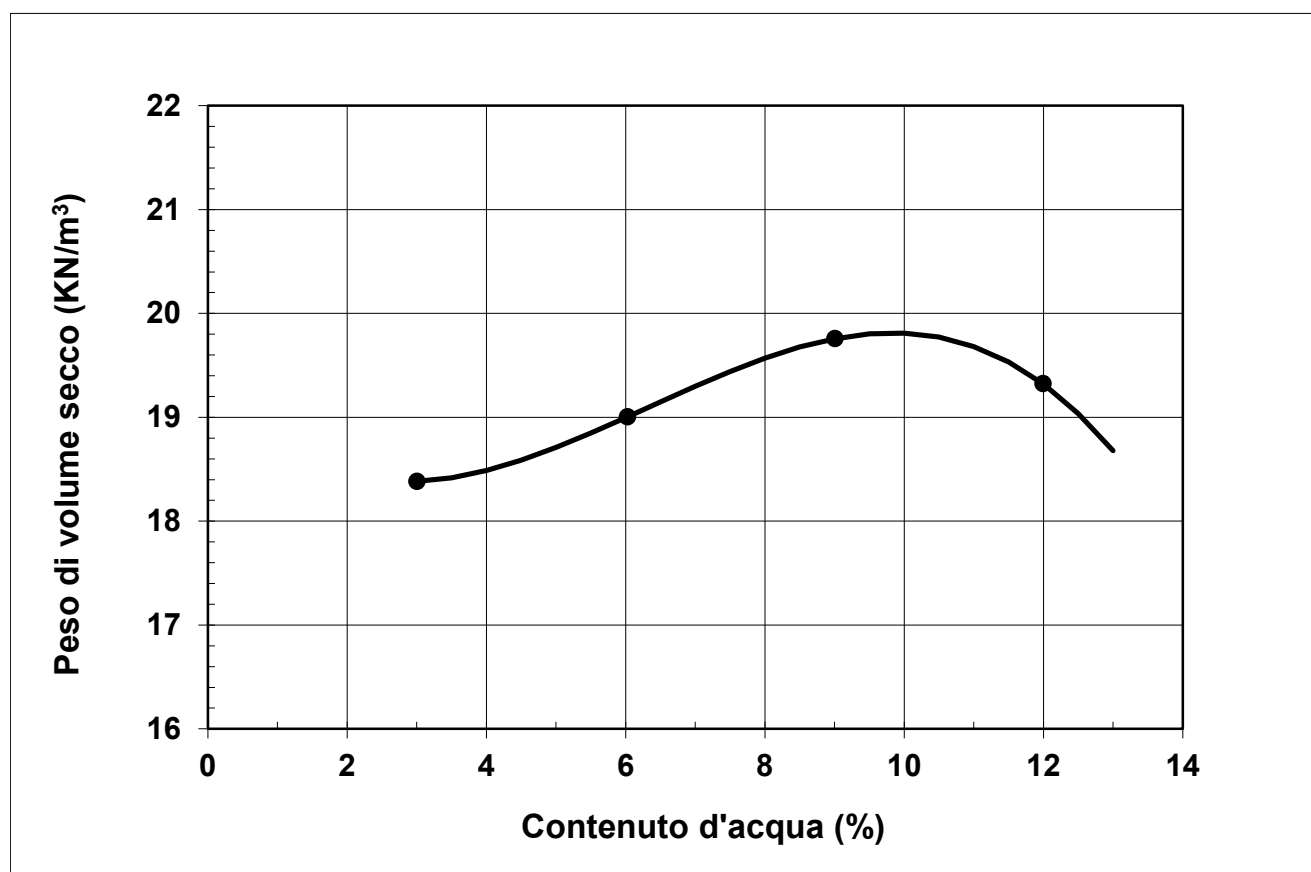
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 008/2021

<b>Committente:</b>	<b>BATI CALVENZANO s.r.l</b>
<b>Cantiere:</b>	<b>POLO LOGISTICO CALVENZANO (BG)</b>
<b>Sondaggio:</b>	<b>0</b>
<b>Campione:</b>	<b>B</b>
<b>Profondità [m]:</b>	<b>0.00</b>
<b>Prova:</b>	<b>PrS</b>
<b>Numero prova:</b>	<b>1</b>
<b>Data prova:</b>	<b>09/02/2021</b>

Determinazione	1	2	3	4
Peso di volume umido (KN/m <sup>3</sup> )	18.94	20.15	21.54	21.64
Umidità del terreno (%)	3.00	6.03	9.01	12.00
Peso di volume secco (KN/m <sup>3</sup> )	18.38	19.00	19.76	19.32

<b>Peso di volume secco massimo (KN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>19.81</b>
<b>Umidità ottima (%)</b>	<b>9.84</b>



Tipo di compattazione: **STANDARD**  
Diametro formatore: **6"**

<b>Note:</b>	
--------------	--

significativi per il calcolo della capacità portante ammissibile e dei cedimenti totali applicando le formule maggiormente descritte in letteratura. Gli esiti conseguiti dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite nell'area di studio sono illustrati nei grafici e nelle tabelle allegate:

<b>Profondità da p.c. fino a cui sono state spinte le prove SCPT (Profondità di rifiuto all'avanzamento)</b>			
<b>N° prova</b>	<b>Profondità in m da p.c.</b>	<b>N° prova</b>	<b>Profondità in m da p.c.</b>
1	3,80	11	4,40
2	3,40	12	4,60
3	3,20	13	3,40
4	3,40	14	3,00
5	3,80	15	2,80
6	4,20	16	3,60
7	2,80	17	4,20
8	3,60	18	4,40
9	3,20	19	3,60
10	2,80	20	3,60

Le prove sono state eseguite a partire da piano campagna. Considerata l'estensione dell'area e le lavorazioni agricole sono presenti significativi dislivelli tra punto e punto, nell'ordine anche di qualche decimetro.

La quota indicata nelle stratigrafie è riferita alla quota di esecuzione delle singole prove e non a quota assoluta di riferimento.

L'esito delle prove conferma l'esito delle indagini del 2020 e dei sondaggi meccanici a carotaggio continuo.

**In tale contesto, tutto sommato relativamente uniforme, le indagini del 2021 hanno riscontrato locali anomalie nella porzione occidentale del lotto, dove è presente la roggia irrigua e dove sono riconoscibili locali riporti/rimodellamenti antropici sia dal sondaggio meccanico S3 sia anche, localmente, mediante osservazione visiva a piano campagna. Tali anomalie sono riscontrabili nelle prove SCPT da N° 11 a N° 13 nelle quali il livello ghiaioso sabbioso limoso poco addensato si spinge più in profondità (profondità massima riscontrata dalle indagini circa - 2,6 m da p.c. in SCPT n° 12). Di tali anomalie la DL dovrà tener conto prevedendo l'approfondimento del piano di posa delle fondazioni e/o la bonifica del sottofondo, secondo le prescrizioni riportate nei paragrafi seguenti.**

*Durante l'esecuzione delle prove non è stata riscontrata la presenza di acqua (aste estratte asciutte).*

### 3.2.5.1 - Correlazione SCPT - SPT ed interpretazioni geotecniche

Poiché le correlazioni empiriche esistenti in letteratura tra i risultati di una prova penetrometrica dinamica continue SCPT ed i principali parametri geotecnici del terreno fanno riferimento essenzialmente alle prove SPT (Standard Penetration Test), è necessario applicare una correzione ai risultati delle prove SCPT, per tenere conto delle diverse modalità esecutive. Nel caso specifico la correzione è stata operata sulla base delle differenti modalità esecutive della prova SCPT e della prova SPT (peso del maglio, volata, area della punta, ecc.) che comportano energie di infissione ovviamente differenti; per rapportare il numero di colpi dell' SPT con quelli del dinamico continuo diversi

Autori propongono l'applicazione del seguente fattore correttivo: 
$$C_f = \frac{M_1 \times H_1 \times P_{11} \times A_{p1}}{M_2 \times H_2 \times P_{12} \times A_{p2}}$$

dove:

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE SCPT – INDAGINI 2021

Committente: BATI Calvenzano SRL  
 Cantiere: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

**Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: Compac DPSH 75**

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	30 Kg
Diametro punta conica	50.78 mm
Area di base punta	20.25 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	1.485
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

**Classificazione ISSMFE (1988) delle sonde Penetrometriche dinamiche**

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa battente in Kg
Leggero	DPL (Light)	M<10
Medio	DPM (Medium)	10<M<40
Pesante	DPH (Heavy)	40<M<60
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M>60

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

3.80 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	4	0.855	25.90	30.30	1.29	1.52
0.40	6	0.851	38.67	45.45	1.93	2.27
0.60	6	0.847	38.50	45.45	1.92	2.27
0.80	5	0.843	31.94	37.88	1.60	1.89
1.00	6	0.840	35.90	42.75	1.80	2.14
1.20	5	0.836	29.80	35.63	1.49	1.78
1.40	8	0.833	47.48	57.01	2.37	2.85
1.60	7	0.830	41.38	49.88	2.07	2.49
1.80	8	0.826	47.11	57.01	2.36	2.85
2.00	11	0.823	60.91	73.99	3.05	3.70
2.20	19	0.770	98.42	127.80	4.92	6.39
2.40	21	0.717	101.30	141.25	5.06	7.06
2.60	22	0.714	105.69	147.98	5.28	7.40
2.80	24	0.711	114.85	161.43	5.74	8.07
3.00	26	0.709	117.36	165.60	5.87	8.28
3.20	24	0.706	107.92	152.87	5.40	7.64
3.40	24	0.703	107.53	152.87	5.38	7.64
3.60	27	0.701	120.53	171.97	6.03	8.60
3.80	28	0.698	124.56	178.34	6.23	8.92

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	6.6	47.54	Incoerente	0	1.73	1.92	0.17	1.5	9.93	Limo argilloso e ciottoli
3.8	23.89	155.57	Incoerente	0	2.18	2.08	0.54	1.5	35.93	Ghiaia sabbiosa limosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**
**TERRENI INCOERENT I**
**Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	Schultze & Menzenbach (1961)	81.2
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	Schultze & Menzenbach (1961)	100

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.84
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	37.27

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	Schmertmann (1978) (Sabbie)	79.44
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	Schmertmann (1978) (Sabbie)	287.44

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	47.86
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	101.27

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	Terzaghi-Peck 1948	1.48
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	Terzaghi-Peck 1948	1.75

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	Terzaghi-Peck 1948	1.92
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	Terzaghi-Peck 1948	2.09



Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	(A.G.I.)	0.33
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	Ohsaki (Sabbie pulite)	562.40
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	Ohsaki (Sabbie pulite)	1883.84

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	9.93	0.00-2.00	9.93	Navfac 1971-1982	2.09
Strato (2) Ghiaia sabbiosa limosa	35.93	2.00-3.80	35.93	Navfac 1971-1982	6.39

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

3.40 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	1	0.855	6.47	7.58	0.32	0.38
0.40	2	0.851	12.89	15.15	0.64	0.76
0.60	6	0.847	38.50	45.45	1.92	2.27
0.80	5	0.843	31.94	37.88	1.60	1.89
1.00	5	0.840	29.92	35.63	1.50	1.78
1.20	4	0.836	23.84	28.50	1.19	1.43
1.40	3	0.833	17.80	21.38	0.89	1.07
1.60	5	0.830	29.56	35.63	1.48	1.78
1.80	9	0.826	52.99	64.13	2.65	3.21
2.00	14	0.773	72.81	94.17	3.64	4.71
2.20	16	0.770	82.88	107.62	4.14	5.38
2.40	18	0.767	92.88	121.08	4.64	6.05
2.60	21	0.714	100.89	141.25	5.04	7.06
2.80	18	0.761	92.19	121.08	4.61	6.05
3.00	24	0.709	108.33	152.87	5.42	7.64
3.20	26	0.706	116.92	165.60	5.85	8.28
3.40	29	0.703	129.93	184.71	6.50	9.24

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> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.8	4.44	32.37	Incoerente	0	1.61	1.9	0.14	1.5	6.68	Limo argilloso e ciottoli
3.4	20.75	136.05	Incoerente	0	2.15	2.05	0.46	1.5	31.21	Ghiaia limosa sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	Schultze & Menzenbach (1961)	70.38
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	Schultze & Menzenbach (1961)	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.91
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.92

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	Schmertmann (1978) (Sabbie)	53.44
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	Schmertmann (1978) (Sabbie)	249.68

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	41.19
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	91.57

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	Terzaghi-Peck 1948	1.71

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	Terzaghi-Peck 1948	2.06

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	Ohsaki (Sabbie pulite)	387.44
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	Ohsaki (Sabbie pulite)	1650.25

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.68	0.00-1.80	6.68	Navfac 1971-1982	1.37
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.21	1.80-3.40	31.21	Navfac 1971-1982	5.78

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

3.20 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	1	0.855	6.47	7.58	0.32	0.38
0.40	3	0.851	19.34	22.73	0.97	1.14
0.60	4	0.847	25.67	30.30	1.28	1.52
0.80	4	0.843	25.56	30.30	1.28	1.52
1.00	8	0.840	47.87	57.01	2.39	2.85
1.20	3	0.836	17.88	21.38	0.89	1.07
1.40	4	0.833	23.74	28.50	1.19	1.43
1.60	4	0.830	23.64	28.50	1.18	1.43
1.80	8	0.826	47.11	57.01	2.36	2.85
2.00	17	0.773	88.41	114.35	4.42	5.72
2.20	21	0.720	101.72	141.25	5.09	7.06
2.40	23	0.717	110.95	154.71	5.55	7.74
2.60	24	0.714	115.30	161.43	5.77	8.07
2.80	28	0.711	133.99	188.34	6.70	9.42
3.00	27	0.709	121.87	171.97	6.09	8.60
3.20	31	0.656	129.53	197.45	6.48	9.87

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
1.8	4.33	31.48	Incoerente	0	1.6	1.9	0.14	1.5	6.51	Limo argilloso e ciottoli
3.2	24.43	161.36	Incoerente	0	2.19	2.08	0.44	1.5	36.74	Ghiaia limosa sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	Schultze & Menzenbach (1961)	69.63
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	Schultze & Menzenbach (1961)	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.86
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	37.5

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	Schmertmann (1978) (Sabbie)	52.08
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	Schmertmann (1978) (Sabbie)	293.92

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40.84
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	102.93

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	Terzaghi-Peck 1948	1.76

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	Terzaghi-Peck 1948	2.09

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	(A.G.I.)	0.28

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	Ohsaki (Sabbie pulite)	378.16
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	Ohsaki (Sabbie pulite)	1923.73

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.51	0.00-1.80	6.51	Navfac 1971-1982	1.33
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	36.74	1.80-3.20	36.74	Navfac 1971-1982	6.49

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

3.40 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	3	0.851	19.34	22.73	0.97	1.14
0.60	4	0.847	25.67	30.30	1.28	1.52
0.80	3	0.843	19.17	22.73	0.96	1.14
1.00	3	0.840	17.95	21.38	0.90	1.07
1.20	3	0.836	17.88	21.38	0.89	1.07
1.40	6	0.833	35.61	42.75	1.78	2.14
1.60	10	0.830	59.11	71.26	2.96	3.56
1.80	13	0.776	71.92	92.64	3.60	4.63
2.00	16	0.773	83.21	107.62	4.16	5.38
2.20	24	0.720	116.25	161.43	5.81	8.07
2.40	27	0.717	130.24	181.61	6.51	9.08
2.60	31	0.664	138.51	208.52	6.93	10.43
2.80	28	0.711	133.99	188.34	6.70	9.42
3.00	27	0.709	121.87	171.97	6.09	8.60
3.20	32	0.656	133.71	203.82	6.69	10.19
3.40	30	0.703	134.41	191.08	6.72	9.55

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
1.6	4.25	30.96	Incoerente	0	1.6	1.9	0.13	1.5	6.39	Limo argilloso e ciottoli
3.4	25.33	167.45	Incoerente	0	2.19	2.09	0.45	1.5	38.1	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Schultze & Menzenbach (1961)	71.18
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	28.83
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	37.89

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Schmertmann (1978) (Sabbie)	51.12
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	Schmertmann (1978) (Sabbie)	304.80

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40.59
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	105.72

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	Terzaghi-Peck 1948	1.77

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	Terzaghi-Peck 1948	2.10

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Ohsaki (Sabbie pulite)	371.61
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	Ohsaki (Sabbie pulite)	1990.59

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Navfac 1971-1982	1.31
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	38.1	1.60-3.40	38.1	Navfac 1971-1982	6.66

PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

3.80 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	3	0.851	19.34	22.73	0.97	1.14
0.60	3	0.847	19.25	22.73	0.96	1.14
0.80	2	0.843	12.78	15.15	0.64	0.76
1.00	5	0.840	29.92	35.63	1.50	1.78
1.20	4	0.836	23.84	28.50	1.19	1.43
1.40	4	0.833	23.74	28.50	1.19	1.43
1.60	2	0.830	11.82	14.25	0.59	0.71
1.80	3	0.826	17.66	21.38	0.88	1.07
2.00	4	0.823	22.15	26.91	1.11	1.35
2.20	10	0.820	55.16	67.26	2.76	3.36
2.40	12	0.817	65.96	80.72	3.30	4.04
2.60	12	0.814	65.72	80.72	3.29	4.04
2.80	11	0.811	60.04	73.99	3.00	3.70
3.00	16	0.759	77.32	101.91	3.87	5.10
3.20	21	0.706	94.43	133.76	4.72	6.69
3.40	21	0.703	94.09	133.76	4.70	6.69
3.60	24	0.701	107.14	152.87	5.36	7.64
3.80	26	0.698	115.66	165.60	5.78	8.28

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	3.2	23.09	Incoerente	0	1.53	1.89	0.15	1.5	4.81	Limo argilloso e ciottoli
3.8	17	110.07	Incoerente	0	2.08	2.01	0.49	1.5	25.57	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	Schultze & Menzenbach (1961)	59.3
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	Schultze & Menzenbach (1961)	96.99

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.37
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.31

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	Schmertmann (1978) (Sabbie)	38.48
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	Schmertmann (1978) (Sabbie)	204.56

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	79.99

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	Terzaghi-Peck 1948	1.65

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	Terzaghi-Peck 1948	2.03



## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	(A.G.I.)	0.3

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	Ohsaki (Sabbie pulite)	284.53
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	Ohsaki (Sabbie pulite)	1368.30

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.81	0.00-2.00	4.81	Navfac 1971-1982	0.94
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	25.57	2.00-3.80	25.57	Navfac 1971-1982	4.96

PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

4.20 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	1	0.855	6.47	7.58	0.32	0.38
0.40	1	0.851	6.45	7.58	0.32	0.38
0.60	4	0.847	25.67	30.30	1.28	1.52
0.80	2	0.843	12.78	15.15	0.64	0.76
1.00	2	0.840	11.97	14.25	0.60	0.71
1.20	4	0.836	23.84	28.50	1.19	1.43
1.40	3	0.833	17.80	21.38	0.89	1.07
1.60	3	0.830	17.73	21.38	0.89	1.07
1.80	2	0.826	11.78	14.25	0.59	0.71
2.00	5	0.823	27.69	33.63	1.38	1.68
2.20	12	0.820	66.20	80.72	3.31	4.04
2.40	11	0.817	60.46	73.99	3.02	3.70
2.60	13	0.764	66.83	87.44	3.34	4.37
2.80	14	0.761	71.70	94.17	3.59	4.71
3.00	16	0.759	77.32	101.91	3.87	5.10
3.20	18	0.756	86.67	114.65	4.33	5.73
3.40	22	0.703	98.57	140.13	4.93	7.01
3.60	23	0.701	102.68	146.50	5.13	7.32
3.80	24	0.698	106.76	152.87	5.34	7.64
4.00	26	0.696	109.45	157.26	5.47	7.86
4.20	34	0.644	132.37	205.64	6.62	10.28

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	2.7	19.4	Incoerente	0	1.5	1.88	0.15	1.5	4.06	Limo argilloso e ciottoli
4.2	19.36	123.21	Incoerente	0	2.13	2.04	0.53	1.5	29.12	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	Schultze & Menzenbach (1961)	54.97
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.16
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.32

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	Schmertmann (1978) (Sabbie)	32.48
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	Schmertmann (1978) (Sabbie)	232.96

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35.80
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	87.28

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	Terzaghi-Peck 1948	1.40
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	Terzaghi-Peck 1948	1.69

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	Terzaghi-Peck 1948	1.87
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	Terzaghi-Peck 1948	2.05

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	(A.G.I.)	0.3

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	Ohsaki (Sabbie pulite)	242.62
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	Ohsaki (Sabbie pulite)	1546.16

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.06	0.00-2.00	4.06	Navfac 1971-1982	0.77
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	29.12	2.00-4.20	29.12	Navfac 1971-1982	5.49

PROVA ... Nr.7

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

2.80 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	45.32	53.03	2.27	2.65
0.40	6	0.851	38.67	45.45	1.93	2.27
0.60	7	0.847	44.92	53.03	2.25	2.65
0.80	6	0.843	38.33	45.45	1.92	2.27
1.00	6	0.840	35.90	42.75	1.80	2.14
1.20	5	0.836	29.80	35.63	1.49	1.78
1.40	4	0.833	23.74	28.50	1.19	1.43
1.60	3	0.830	17.73	21.38	0.89	1.07
1.80	3	0.826	17.66	21.38	0.88	1.07
2.00	7	0.823	38.76	47.08	1.94	2.35
2.20	16	0.770	82.88	107.62	4.14	5.38
2.40	18	0.767	92.88	121.08	4.64	6.05
2.60	21	0.714	100.89	141.25	5.04	7.06
2.80	26	0.711	124.42	174.89	6.22	8.74

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	5.4	39.37	Incoerente	0	1.66	1.91	0.17	1.5	8.12	Limo argilloso e ciottoli
2.8	20.25	136.21	Incoerente	0	2.14	2.04	0.42	1.5	30.46	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	Schultze & Menzenbach (1961)	74.56
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.32
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.7

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	Schmertmann (1978) (Sabbie)	64.96
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	Schmertmann (1978) (Sabbie)	243.68

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	44.14
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	90.03

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	Terzaghi-Peck 1948	1.45
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	Terzaghi-Peck 1948	1.70

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	Terzaghi-Peck 1948	1.90
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	Terzaghi-Peck 1948	2.06

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	Ohsaki (Sabbie pulite)	465.47
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	Ohsaki (Sabbie pulite)	1612.94

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.12	0.00-2.00	8.12	Navfac 1971-1982	1.69
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.46	2.00-2.80	30.46	Navfac 1971-1982	5.67

PROVA ... Nr.8

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

3.60 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	1	0.855	6.47	7.58	0.32	0.38
0.40	2	0.851	12.89	15.15	0.64	0.76
0.60	3	0.847	19.25	22.73	0.96	1.14
0.80	5	0.843	31.94	37.88	1.60	1.89
1.00	5	0.840	29.92	35.63	1.50	1.78
1.20	4	0.836	23.84	28.50	1.19	1.43
1.40	2	0.833	11.87	14.25	0.59	0.71
1.60	2	0.830	11.82	14.25	0.59	0.71
1.80	4	0.826	23.55	28.50	1.18	1.43
2.00	7	0.823	38.76	47.08	1.94	2.35
2.20	18	0.770	93.24	121.08	4.66	6.05
2.40	22	0.717	106.12	147.98	5.31	7.40
2.60	29	0.714	139.32	195.07	6.97	9.75
2.80	31	0.661	137.92	208.52	6.90	10.43
3.00	30	0.709	135.41	191.08	6.77	9.55
3.20	28	0.706	125.91	178.34	6.30	8.92
3.40	34	0.653	141.50	216.56	7.08	10.83
3.60	36	0.651	149.24	229.30	7.46	11.46

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	3.5	25.16	Incoerente	0	1.55	1.89	0.16	1.5	5.26	Limo argilloso e ciottoli
3.6	28.5	185.99	Incoerente	0	2.21	2.12	0.49	1.5	42.86	Ghiaia limosa sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.8**

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	Schultze & Menzenbach (1961)	61.68
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	Schultze & Menzenbach (1961)	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.5
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	39.25

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	Schmertmann (1978) (Sabbie)	42.08
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	Schmertmann (1978) (Sabbie)	342.88

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38.27
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	115.50

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	Terzaghi-Peck 1948	1.42
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	Terzaghi-Peck 1948	1.80

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	Terzaghi-Peck 1948	2.12

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	(A.G.I.)	0.27

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	Ohsaki (Sabbie pulite)	309.49
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	Ohsaki (Sabbie pulite)	2223.53

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.26	0.00-2.00	5.26	Navfac 1971-1982	1.05
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	42.86	2.00-3.60	42.86	Navfac 1971-1982	7.24

PROVA ... Nr.9

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

3.20 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	2	0.851	12.89	15.15	0.64	0.76
0.60	5	0.847	32.08	37.88	1.60	1.89
0.80	5	0.843	31.94	37.88	1.60	1.89
1.00	4	0.840	23.94	28.50	1.20	1.43
1.20	2	0.836	11.92	14.25	0.60	0.71
1.40	2	0.833	11.87	14.25	0.59	0.71
1.60	4	0.830	23.64	28.50	1.18	1.43
1.80	13	0.776	71.92	92.64	3.60	4.63
2.00	16	0.773	83.21	107.62	4.16	5.38
2.20	18	0.770	93.24	121.08	4.66	6.05
2.40	20	0.767	103.20	134.53	5.16	6.73
2.60	23	0.714	110.50	154.71	5.52	7.74
2.80	21	0.711	100.49	141.25	5.02	7.06
3.00	27	0.709	121.87	171.97	6.09	8.60
3.20	32	0.656	133.71	203.82	6.69	10.19

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
1.6	3.25	23.94	Incoerente	0	1.53	1.89	0.12	1.5	4.89	Limo argilloso e ciottoli
3.2	21.25	140.95	Incoerente	0	2.15	2.05	0.42	1.5	31.96	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	Schultze & Menzenbach (1961)	63.37
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.4
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	36.13

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	Schmertmann (1978) (Sabbie)	39.12
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	Schmertmann (1978) (Sabbie)	255.68

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37.51
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	93.11

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	Terzaghi-Peck 1948	1.72

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	Terzaghi-Peck 1948	2.07



## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	Ohsaki (Sabbie pulite)	288.98
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	Ohsaki (Sabbie pulite)	1687.50

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.89	0.00-1.60	4.89	Navfac 1971-1982	0.96
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.96	1.60-3.20	31.96	Navfac 1971-1982	5.88

PROVA ... Nr.10

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

18/01/2021

Profondità prova

2.80 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	2	0.851	12.89	15.15	0.64	0.76
0.60	5	0.847	32.08	37.88	1.60	1.89
0.80	8	0.843	51.11	60.60	2.56	3.03
1.00	5	0.840	29.92	35.63	1.50	1.78
1.20	3	0.836	17.88	21.38	0.89	1.07
1.40	3	0.833	17.80	21.38	0.89	1.07
1.60	3	0.830	17.73	21.38	0.89	1.07
1.80	5	0.826	29.44	35.63	1.47	1.78
2.00	13	0.773	67.61	87.44	3.38	4.37
2.20	11	0.820	60.68	73.99	3.03	3.70
2.40	14	0.767	72.24	94.17	3.61	4.71
2.60	22	0.714	105.69	147.98	5.28	7.40
2.80	28	0.711	133.99	188.34	6.70	9.42

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
1.8	4	29.35	Incoerente	0	1.58	1.89	0.14	1.5	6.02	Limo argilloso e ciottoli
2.8	17.6	118.38	Incoerente	0	2.1	2.02	0.39	1.5	26.47	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	Schultze & Menzenbach (1961)	67.3
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.72
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.56

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48.16
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	Schmertmann (1978) (Sabbie)	211.76

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39.83
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	81.83

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	Terzaghi-Peck 1948	1.66

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	Terzaghi-Peck 1948	2.04

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	(A.G.I.)	0.3

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	Ohsaki (Sabbie pulite)	351.35
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	Ohsaki (Sabbie pulite)	1413.52

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.02	0.00-1.80	6.02	Navfac 1971-1982	1.22
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	26.47	1.80-2.80	26.47	Navfac 1971-1982	5.10

PROVA ... Nr.11

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

19/01/2021

Profondità prova

4.40 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	2	0.851	12.89	15.15	0.64	0.76
0.60	4	0.847	25.67	30.30	1.28	1.52
0.80	2	0.843	12.78	15.15	0.64	0.76
1.00	3	0.840	17.95	21.38	0.90	1.07
1.20	2	0.836	11.92	14.25	0.60	0.71
1.40	3	0.833	17.80	21.38	0.89	1.07
1.60	5	0.830	29.56	35.63	1.48	1.78
1.80	4	0.826	23.55	28.50	1.18	1.43
2.00	3	0.823	16.61	20.18	0.83	1.01
2.20	3	0.820	16.55	20.18	0.83	1.01
2.40	4	0.817	21.99	26.91	1.10	1.35
2.60	11	0.814	60.25	73.99	3.01	3.70
2.80	11	0.811	60.04	73.99	3.00	3.70
3.00	9	0.809	46.36	57.32	2.32	2.87
3.20	12	0.806	61.60	76.43	3.08	3.82
3.40	17	0.753	81.58	108.28	4.08	5.41
3.60	21	0.701	93.75	133.76	4.69	6.69
3.80	24	0.698	106.76	152.87	5.34	7.64
4.00	26	0.696	109.45	157.26	5.47	7.86
4.20	24	0.694	100.70	145.16	5.03	7.26
4.40	31	0.641	120.27	187.50	6.01	9.37

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	3.08	22.01	Incoerente	0	1.52	1.88	0.18	1.5	4.63	Limo argilloso e ciottoli
4.4	18.6	116.66	Incoerente	0	2.11	2.03	0.58	1.5	27.97	Ghiaia limosa sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.11**

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	Schultze & Menzenbach (1961)	55.61
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	Schultze & Menzenbach (1961)	97.21

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.32
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34.99

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	Schmertmann (1978) (Sabbie)	37.04
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	Schmertmann (1978) (Sabbie)	223.76

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	36.97
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	84.92

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	Terzaghi-Peck 1948	1.68

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	Terzaghi-Peck 1948	2.04

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	(A.G.I.)	0.3

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	Ohsaki (Sabbie pulite)	274.51
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	Ohsaki (Sabbie pulite)	1488.69

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	4.63	0.00-2.40	4.63	Navfac 1971-1982	0.90
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	27.97	2.40-4.40	27.97	Navfac 1971-1982	5.32

PROVA ... Nr.12

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

19/01/2021

Profondità prova

4.60 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	6	0.855	38.85	45.45	1.94	2.27
0.40	5	0.851	32.23	37.88	1.61	1.89
0.60	6	0.847	38.50	45.45	1.92	2.27
0.80	6	0.843	38.33	45.45	1.92	2.27
1.00	5	0.840	29.92	35.63	1.50	1.78
1.20	4	0.836	23.84	28.50	1.19	1.43
1.40	2	0.833	11.87	14.25	0.59	0.71
1.60	3	0.830	17.73	21.38	0.89	1.07
1.80	4	0.826	23.55	28.50	1.18	1.43
2.00	6	0.823	33.22	40.36	1.66	2.02
2.20	6	0.820	33.10	40.36	1.65	2.02
2.40	5	0.817	27.48	33.63	1.37	1.68
2.60	4	0.814	21.91	26.91	1.10	1.35
2.80	13	0.761	66.58	87.44	3.33	4.37
3.00	22	0.709	99.30	140.13	4.97	7.01
3.20	24	0.706	107.92	152.87	5.40	7.64
3.40	25	0.703	112.01	159.23	5.60	7.96
3.60	21	0.701	93.75	133.76	4.69	6.69
3.80	28	0.698	124.56	178.34	6.23	8.92
4.00	27	0.696	113.66	163.31	5.68	8.17
4.20	31	0.644	120.69	187.50	6.03	9.37
4.40	33	0.641	128.03	199.60	6.40	9.98
4.60	37	0.639	143.06	223.79	7.15	11.19

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
2.6	4.77	34.13	Incoerente	0	1.63	1.9	0.21	1.5	7.17	Limo argilloso e ciottoli
4.6	26.1	162.6	Incoerente	0	2.2	2.1	0.64	1.5	39.25	Ghiaia limosa sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.12**

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	Schultze & Menzenbach (1961)	65.9
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	Schultze & Menzenbach (1961)	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.05
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.21

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	Schmertmann (1978) (Sabbie)	57.36
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	Schmertmann (1978) (Sabbie)	314.00

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	42.19
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	108.09

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	Terzaghi-Peck 1948	1.44
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	Terzaghi-Peck 1948	1.78

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	Terzaghi-Peck 1948	1.90
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	Terzaghi-Peck 1948	2.11

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	(A.G.I.)	0.28

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	Ohsaki (Sabbie pulite)	414.10
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	Ohsaki (Sabbie pulite)	2047.02

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.17	0.00-2.60	7.17	Navfac 1971-1982	1.48
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	39.25	2.60-4.60	39.25	Navfac 1971-1982	6.80

PROVA ... Nr.13

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

19/01/2021

Profondità prova

3.40 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	5	0.851	32.23	37.88	1.61	1.89
0.60	5	0.847	32.08	37.88	1.60	1.89
0.80	3	0.843	19.17	22.73	0.96	1.14
1.00	4	0.840	23.94	28.50	1.20	1.43
1.20	4	0.836	23.84	28.50	1.19	1.43
1.40	3	0.833	17.80	21.38	0.89	1.07
1.60	4	0.830	23.64	28.50	1.18	1.43
1.80	6	0.826	35.33	42.75	1.77	2.14
2.00	6	0.823	33.22	40.36	1.66	2.02
2.20	6	0.820	33.10	40.36	1.65	2.02
2.40	13	0.767	67.08	87.44	3.35	4.37
2.60	19	0.764	97.67	127.80	4.88	6.39
2.80	22	0.711	105.28	147.98	5.26	7.40
3.00	26	0.709	117.36	165.60	5.87	8.28
3.20	25	0.706	112.42	159.23	5.62	7.96
3.40	28	0.703	125.45	178.34	6.27	8.92

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
2.2	4.36	31.27	Incoerente	0	1.6	1.9	0.18	1.5	6.56	Limo argilloso e ciottoli
3.4	22.17	144.4	Incoerente	0	2.16	2.06	0.48	1.5	33.34	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	Schultze & Menzenbach (1961)	66.31
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.87
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	36.53

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	Schmertmann (1978) (Sabbie)	52.48
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	Schmertmann (1978) (Sabbie)	266.72

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40.94
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	95.95

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	Terzaghi-Peck 1948	1.73

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	Terzaghi-Peck 1948	2.07



## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	Ohsaki (Sabbie pulite)	380.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	Ohsaki (Sabbie pulite)	1755.91

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.56	0.00-2.20	6.56	Navfac 1971-1982	1.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	33.34	2.20-3.40	33.34	Navfac 1971-1982	6.06

PROVA ... Nr.14

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

20/01/2021

Profondità prova

3.00 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	1	0.855	6.47	7.58	0.32	0.38
0.40	1	0.851	6.45	7.58	0.32	0.38
0.60	4	0.847	25.67	30.30	1.28	1.52
0.80	5	0.843	31.94	37.88	1.60	1.89
1.00	3	0.840	17.95	21.38	0.90	1.07
1.20	2	0.836	11.92	14.25	0.60	0.71
1.40	2	0.833	11.87	14.25	0.59	0.71
1.60	2	0.830	11.82	14.25	0.59	0.71
1.80	2	0.826	11.78	14.25	0.59	0.71
2.00	13	0.773	67.61	87.44	3.38	4.37
2.20	16	0.770	82.88	107.62	4.14	5.38
2.40	21	0.717	101.30	141.25	5.06	7.06
2.60	22	0.714	105.69	147.98	5.28	7.40
2.80	24	0.711	114.85	161.43	5.74	8.07
3.00	26	0.709	117.36	165.60	5.87	8.28

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
1.8	2.44	17.97	Incoerente	0	1.48	1.88	0.13	1.5	3.67	Limo argilloso e ciottoli
3	20.33	135.22	Incoerente	0	2.14	2.05	0.39	1.5	30.58	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	Schultze & Menzenbach (1961)	54.04
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.05
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.74

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	Schmertmann (1978) (Sabbie)	29.36
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	Schmertmann (1978) (Sabbie)	244.64

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35.00
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	90.28

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	Terzaghi-Peck 1948	1.39
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	Terzaghi-Peck 1948	1.70

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	Terzaghi-Peck 1948	1.87
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	Terzaghi-Peck 1948	2.06

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	Ohsaki (Sabbie pulite)	220.65
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	Ohsaki (Sabbie pulite)	1618.92

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	3.67	0.00-1.80	3.67	Navfac 1971-1982	0.67
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	30.58	1.80-3.00	30.58	Navfac 1971-1982	5.69

PROVA ... Nr.15

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

20/01/2021

Profondità prova

2.80 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	2	0.851	12.89	15.15	0.64	0.76
0.60	3	0.847	19.25	22.73	0.96	1.14
0.80	6	0.843	38.33	45.45	1.92	2.27
1.00	5	0.840	29.92	35.63	1.50	1.78
1.20	4	0.836	23.84	28.50	1.19	1.43
1.40	5	0.833	29.67	35.63	1.48	1.78
1.60	5	0.830	29.56	35.63	1.48	1.78
1.80	3	0.826	17.66	21.38	0.88	1.07
2.00	14	0.773	72.81	94.17	3.64	4.71
2.20	19	0.770	98.42	127.80	4.92	6.39
2.40	22	0.717	106.12	147.98	5.31	7.40
2.60	21	0.714	100.89	141.25	5.04	7.06
2.80	28	0.711	133.99	188.34	6.70	9.42

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
1.8	3.89	28.36	Incoerente	0	1.57	1.89	0.14	1.5	5.85	Limo argilloso e ciottoli
2.8	20.8	139.91	Incoerente	0	2.15	2.05	0.39	1.5	31.28	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	Schultze & Menzenbach (1961)	66.49
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	28.67
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	35.94

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	Schmertmann (1978) (Sabbie)	46.80
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	Schmertmann (1978) (Sabbie)	250.24

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39.48
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	91.71

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	Terzaghi-Peck 1948	1.42
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	Terzaghi-Peck 1948	1.71

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	Terzaghi-Peck 1948	2.06

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	Ohsaki (Sabbie pulite)	342.01
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	Ohsaki (Sabbie pulite)	1653.73

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.85	0.00-1.80	5.85	Navfac 1971-1982	1.18
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.28	1.80-2.80	31.28	Navfac 1971-1982	5.79

PROVA ... Nr.16

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

20/01/2021

Profondità prova

3.60 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	1	0.855	6.47	7.58	0.32	0.38
0.40	2	0.851	12.89	15.15	0.64	0.76
0.60	2	0.847	12.83	15.15	0.64	0.76
0.80	4	0.843	25.56	30.30	1.28	1.52
1.00	4	0.840	23.94	28.50	1.20	1.43
1.20	3	0.836	17.88	21.38	0.89	1.07
1.40	5	0.833	29.67	35.63	1.48	1.78
1.60	6	0.830	35.47	42.75	1.77	2.14
1.80	4	0.826	23.55	28.50	1.18	1.43
2.00	13	0.773	67.61	87.44	3.38	4.37
2.20	17	0.770	88.06	114.35	4.40	5.72
2.40	20	0.767	103.20	134.53	5.16	6.73
2.60	21	0.714	100.89	141.25	5.04	7.06
2.80	24	0.711	114.85	161.43	5.74	8.07
3.00	22	0.709	99.30	140.13	4.97	7.01
3.20	25	0.706	112.42	159.23	5.62	7.96
3.40	23	0.703	103.05	146.50	5.15	7.32
3.60	31	0.651	128.52	197.45	6.43	9.87

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
1.8	3.44	24.99	Incoerente	0	1.55	1.89	0.14	1.5	5.17	Limo argilloso e ciottoli
3.6	21.78	142.48	Incoerente	0	2.16	2.06	0.47	1.5	32.76	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	Schultze & Menzenbach (1961)	62.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	28.48
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	36.36

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	Schmertmann (1978) (Sabbie)	41.36
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	Schmertmann (1978) (Sabbie)	262.08

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38.08
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	94.75

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	Terzaghi-Peck 1948	1.72

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	Terzaghi-Peck 1948	2.07

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	Ohsaki (Sabbie pulite)	304.51
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	Ohsaki (Sabbie pulite)	1727.18

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	5.17	0.00-1.80	5.17	Navfac 1971-1982	1.03
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.76	1.80-3.60	32.76	Navfac 1971-1982	5.98

PROVA ... Nr.17

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

20/01/2021

Profondità prova

4.20 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	2	0.851	12.89	15.15	0.64	0.76
0.60	7	0.847	44.92	53.03	2.25	2.65
0.80	7	0.843	44.72	53.03	2.24	2.65
1.00	4	0.840	23.94	28.50	1.20	1.43
1.20	4	0.836	23.84	28.50	1.19	1.43
1.40	4	0.833	23.74	28.50	1.19	1.43
1.60	4	0.830	23.64	28.50	1.18	1.43
1.80	11	0.826	64.77	78.38	3.24	3.92
2.00	13	0.773	67.61	87.44	3.38	4.37
2.20	16	0.770	82.88	107.62	4.14	5.38
2.40	22	0.717	106.12	147.98	5.31	7.40
2.60	21	0.714	100.89	141.25	5.04	7.06
2.80	19	0.761	97.31	127.80	4.87	6.39
3.00	23	0.709	103.82	146.50	5.19	7.32
3.20	24	0.706	107.92	152.87	5.40	7.64
3.40	26	0.703	116.49	165.60	5.82	8.28
3.60	24	0.701	107.14	152.87	5.36	7.64
3.80	25	0.698	111.21	159.23	5.56	7.96
4.00	29	0.696	122.08	175.40	6.10	8.77
4.20	32	0.644	124.59	193.55	6.23	9.68

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
1.6	4.25	31.3	Incoerente	0	1.6	1.9	0.13	1.5	6.39	Limo argilloso e ciottoli
4.2	21.92	141.27	Incoerente	0	2.16	2.06	0.54	1.5	32.97	Ghiaia limosa sabbiosa

**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Schultze & Menzenbach (1961)	71.18
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	Schultze & Menzenbach (1961)	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	28.83
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	Peck-Hanson- Thornburn- Meyerhof 1956	36.42

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Schmertmann (1978) (Sabbie)	51.12
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	Schmertmann (1978) (Sabbie)	263.76

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40.59
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	95.19

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	Terzaghi-Peck 1948	1.72

## Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	Terzaghi-Peck 1948	2.07



## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Ohsaki (Sabbie pulite)	371.61
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	Ohsaki (Sabbie pulite)	1737.58

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.39	0.00-1.60	6.39	Navfac 1971-1982	1.31
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	32.97	1.60-4.20	32.97	Navfac 1971-1982	6.01

PROVA ... Nr.18

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

20/01/2021

Profondità prova

4.40 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	3	0.851	19.34	22.73	0.97	1.14
0.60	3	0.847	19.25	22.73	0.96	1.14
0.80	4	0.843	25.56	30.30	1.28	1.52
1.00	6	0.840	35.90	42.75	1.80	2.14
1.20	5	0.836	29.80	35.63	1.49	1.78
1.40	4	0.833	23.74	28.50	1.19	1.43
1.60	4	0.830	23.64	28.50	1.18	1.43
1.80	6	0.826	35.33	42.75	1.77	2.14
2.00	14	0.773	72.81	94.17	3.64	4.71
2.20	17	0.770	88.06	114.35	4.40	5.72
2.40	20	0.767	103.20	134.53	5.16	6.73
2.60	22	0.714	105.69	147.98	5.28	7.40
2.80	21	0.711	100.49	141.25	5.02	7.06
3.00	24	0.709	108.33	152.87	5.42	7.64
3.20	23	0.706	103.43	146.50	5.17	7.32
3.40	26	0.703	116.49	165.60	5.82	8.28
3.60	28	0.701	125.00	178.34	6.25	8.92
3.80	24	0.698	106.76	152.87	5.34	7.64
4.00	23	0.696	96.83	139.11	4.84	6.96
4.20	29	0.694	121.68	175.40	6.08	8.77
4.40	32	0.641	124.15	193.55	6.21	9.68

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
1.8	4.11	29.9	Incoerente	0	1.59	1.89	0.14	1.5	6.18	Limo argilloso e ciottoli
4.4	23.31	148.96	Incoerente	0	2.18	2.07	0.57	1.5	35.06	Ghiaia limosa sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.18**

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	Schultze & Menzenbach (1961)	68.03
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	Schultze & Menzenbach (1961)	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28.77
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	37.02

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	Schmertmann (1978) (Sabbie)	49.44
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	Schmertmann (1978) (Sabbie)	280.48

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40.16
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	99.48

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	Terzaghi-Peck 1948	1.74

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	Terzaghi-Peck 1948	2.08

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	(A.G.I.)	0.28

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	Ohsaki (Sabbie pulite)	360.12
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	Ohsaki (Sabbie pulite)	1840.93

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	6.18	0.00-1.80	6.18	Navfac 1971-1982	1.26
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	35.06	1.80-4.40	35.06	Navfac 1971-1982	6.28

PROVA ... Nr.19

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

20/01/2021

Profondità prova

3.60 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	2	0.855	12.95	15.15	0.65	0.76
0.40	2	0.851	12.89	15.15	0.64	0.76
0.60	4	0.847	25.67	30.30	1.28	1.52
0.80	5	0.843	31.94	37.88	1.60	1.89
1.00	4	0.840	23.94	28.50	1.20	1.43
1.20	6	0.836	35.75	42.75	1.79	2.14
1.40	6	0.833	35.61	42.75	1.78	2.14
1.60	4	0.830	23.64	28.50	1.18	1.43
1.80	5	0.826	29.44	35.63	1.47	1.78
2.00	9	0.823	49.83	60.54	2.49	3.03
2.20	16	0.770	82.88	107.62	4.14	5.38
2.40	15	0.767	77.40	100.90	3.87	5.04
2.60	18	0.764	92.53	121.08	4.63	6.05
2.80	22	0.711	105.28	147.98	5.26	7.40
3.00	24	0.709	108.33	152.87	5.42	7.64
3.20	23	0.706	103.43	146.50	5.17	7.32
3.40	20	0.753	95.97	127.39	4.80	6.37
3.60	27	0.701	120.53	171.97	6.03	8.60

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	4.7	33.72	Incoerente	0	1.62	1.9	0.16	1.5	7.07	Limo argilloso e ciottoli
3.6	20.62	134.54	Incoerente	0	2.15	2.05	0.5	1.5	31.01	Ghiaia limosa sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.19**

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	Schultze & Menzenbach (1961)	70.23
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	Schultze & Menzenbach (1961)	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.02
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	35.86

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	Schmertmann (1978) (Sabbie)	56.56
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	Schmertmann (1978) (Sabbie)	248.08

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	41.99
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	91.16

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	Terzaghi-Peck 1948	1.44
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	Terzaghi-Peck 1948	1.71

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	Terzaghi-Peck 1948	1.90
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	Terzaghi-Peck 1948	2.06

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	(A.G.I.)	0.29

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	Ohsaki (Sabbie pulite)	408.67
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	Ohsaki (Sabbie pulite)	1640.31

## Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	7.07	0.00-2.00	7.07	Navfac 1971-1982	1.46
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	31.01	2.00-3.60	31.01	Navfac 1971-1982	5.75

PROVA ... Nr.20

Strumento utilizzato...

Compac DPSH 75

Prova eseguita in data

20/01/2021

Profondità prova

3.60 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	3	0.855	19.42	22.73	0.97	1.14
0.40	5	0.851	32.23	37.88	1.61	1.89
0.60	5	0.847	32.08	37.88	1.60	1.89
0.80	6	0.843	38.33	45.45	1.92	2.27
1.00	7	0.840	41.89	49.88	2.09	2.49
1.20	8	0.836	47.67	57.01	2.38	2.85
1.40	6	0.833	35.61	42.75	1.78	2.14
1.60	5	0.830	29.56	35.63	1.48	1.78
1.80	14	0.776	77.45	99.76	3.87	4.99
2.00	19	0.773	98.81	127.80	4.94	6.39
2.20	22	0.720	106.56	147.98	5.33	7.40
2.40	24	0.717	115.77	161.43	5.79	8.07
2.60	26	0.714	124.91	174.89	6.25	8.74
2.80	24	0.711	114.85	161.43	5.74	8.07
3.00	27	0.709	121.87	171.97	6.09	8.60
3.20	29	0.706	130.41	184.71	6.52	9.24
3.40	32	0.653	133.18	203.82	6.66	10.19
3.60	31	0.651	128.52	197.45	6.43	9.87

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
1.6	5.62	41.15	Incoerente	0	1.68	1.91	0.13	1.5	8.45	Limo argilloso e ciottoli
3.6	24.8	163.12	Incoerente	0	2.19	2.09	0.49	1.5	37.3	Ghiaia limosa sabbiosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.20**
**TERRENI INCOERENT I**
**Densità relativa**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	Schultze & Menzenbach (1961)	80.31
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	Schultze & Menzenbach (1961)	100

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29.41
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	37.66

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	Schmertmann (1978) (Sabbie)	67.60
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	Schmertmann (1978) (Sabbie)	298.40

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	44.82
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	104.08

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	Terzaghi-Peck 1948	1.46
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	Terzaghi-Peck 1948	1.76

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	Terzaghi-Peck 1948	1.91
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	Terzaghi-Peck 1948	2.10

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	Ohsaki (Sabbie pulite)	483.24
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	Ohsaki (Sabbie pulite)	1951.28

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Limo argilloso e ciottoli	8.45	0.00-1.60	8.45	Navfac 1971-1982	1.77
Strato (2) Ghiaia limosa sabbiosa	37.3	1.60-3.60	37.3	Navfac 1971-1982	6.56

**STRATIGRAFIA TERRENO - MODELLO STRATIGRAFICO GEOTECNICO CONCETTUALE CARATTERISTICO DI RIFERIMENTO**

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

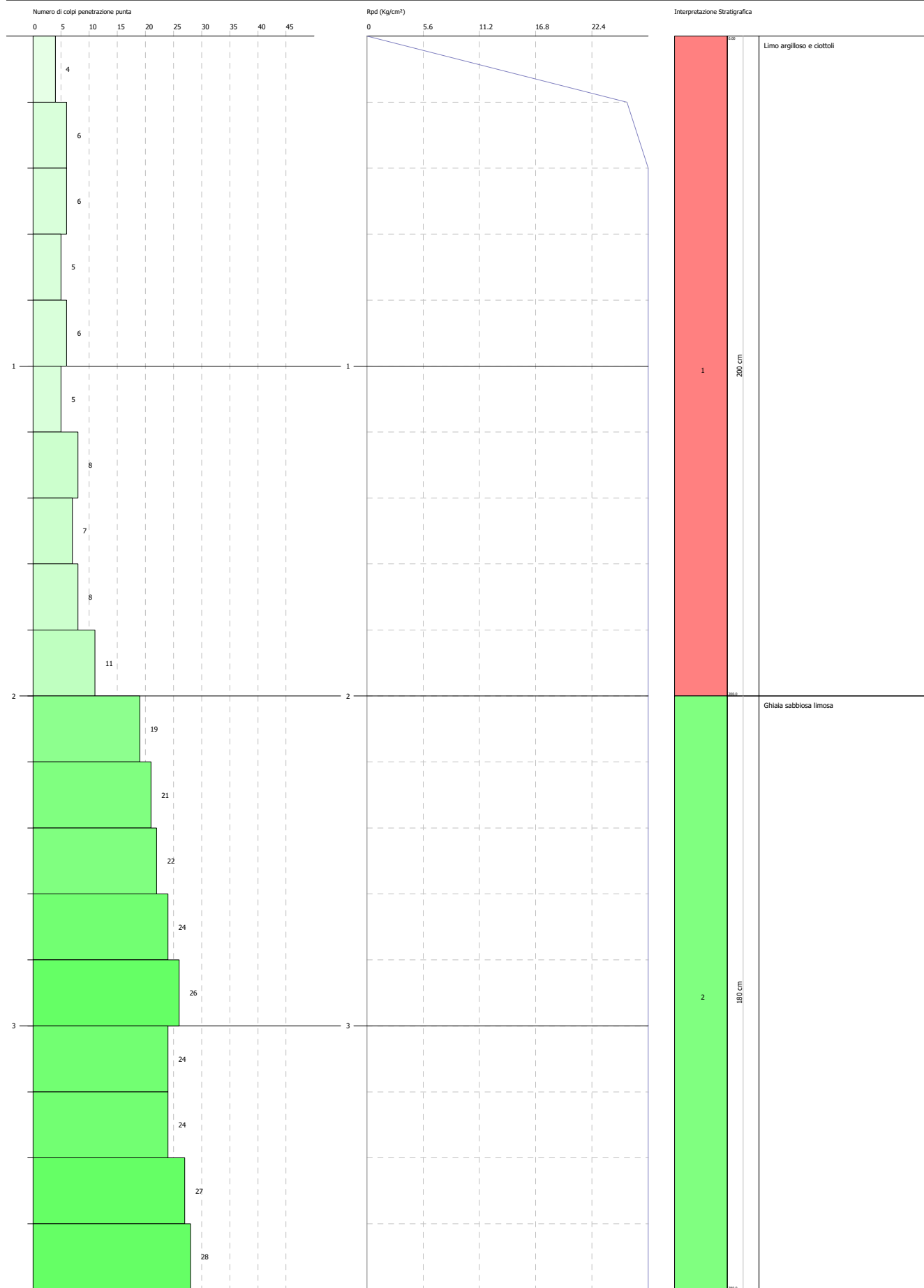
Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [Kg/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Poisson	Descrizione
2.0	1400.00	1870.00	28.0	0.0	0.0	29.0	35.0	0.34	Ghiaia sabbiosa limosa
5.0	1650.00	2030.00	33.0	0.0	0.0	204.0	79.0	0.28	Ghiaia sabbiosa con ciottoli

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:16



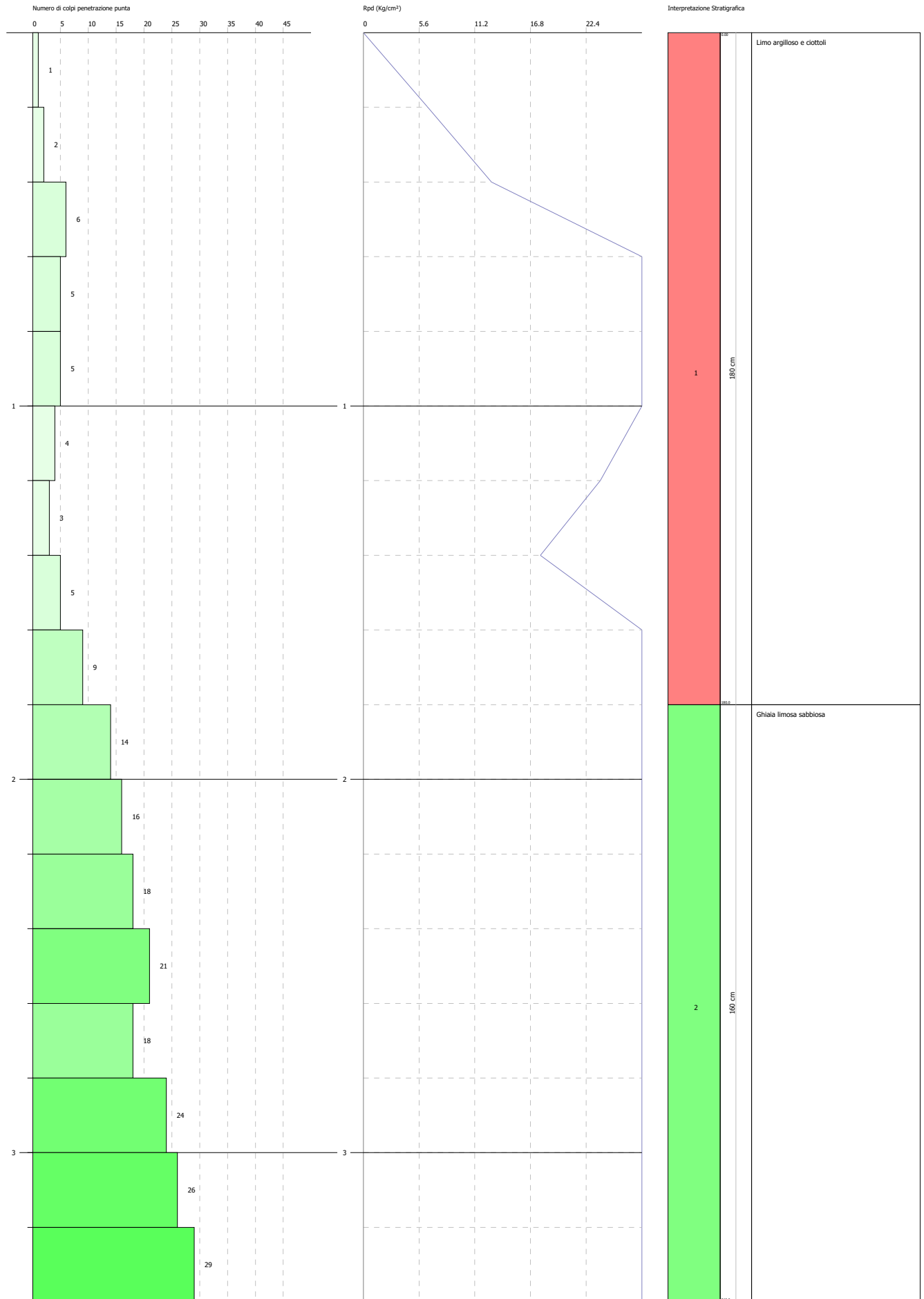


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:14

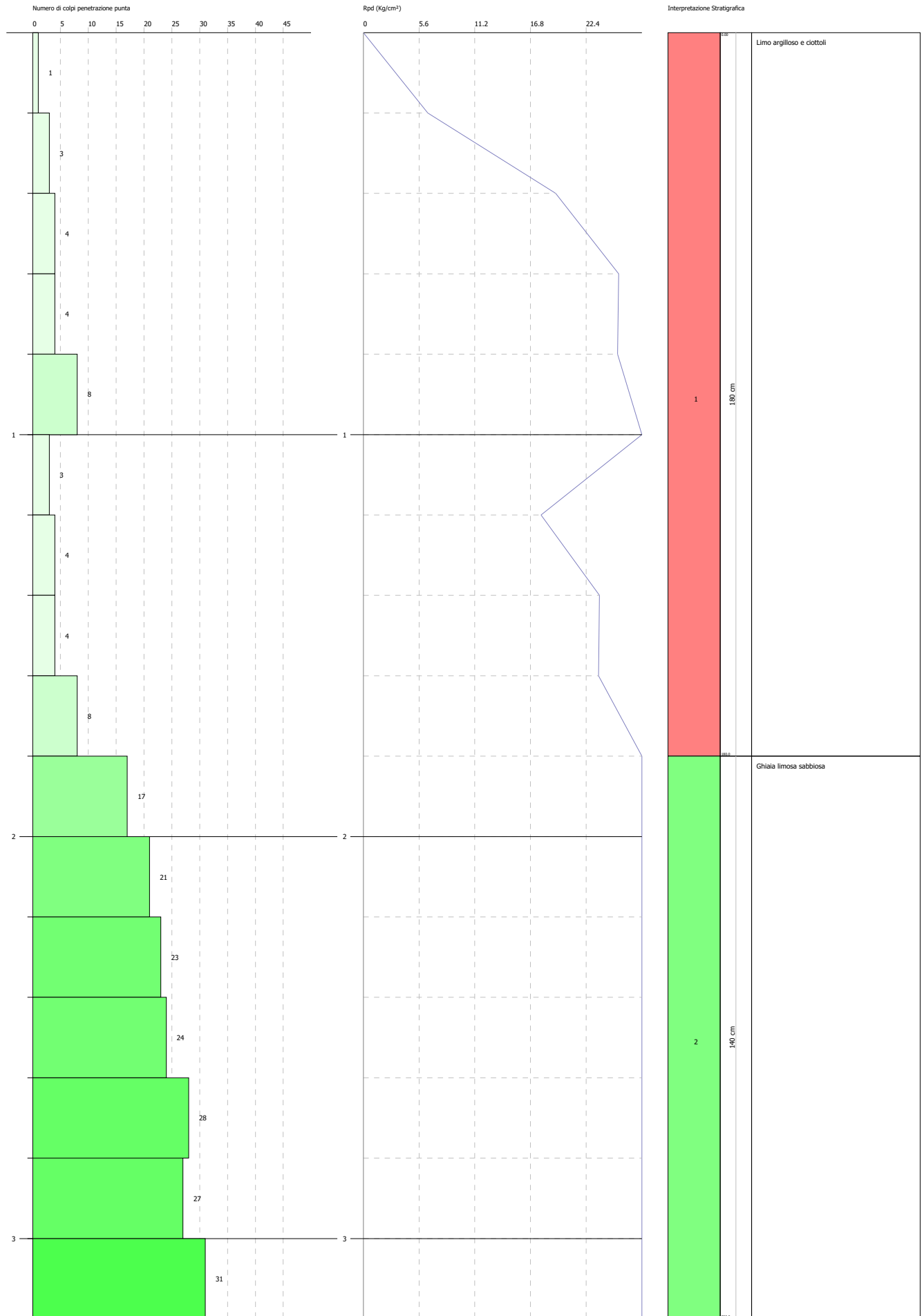


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3**  
**Strumento utilizzato... Compac DPH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:13

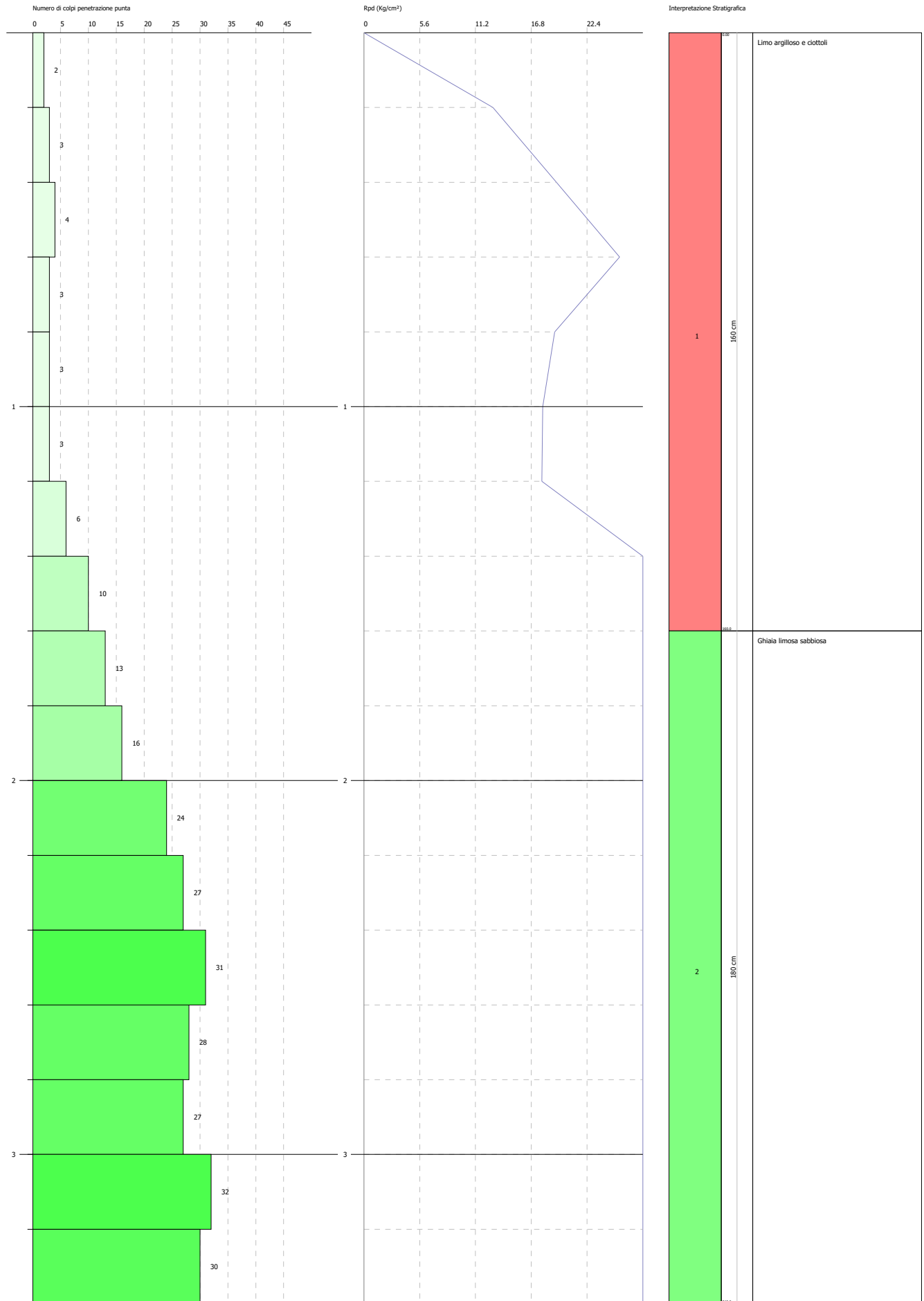


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:14

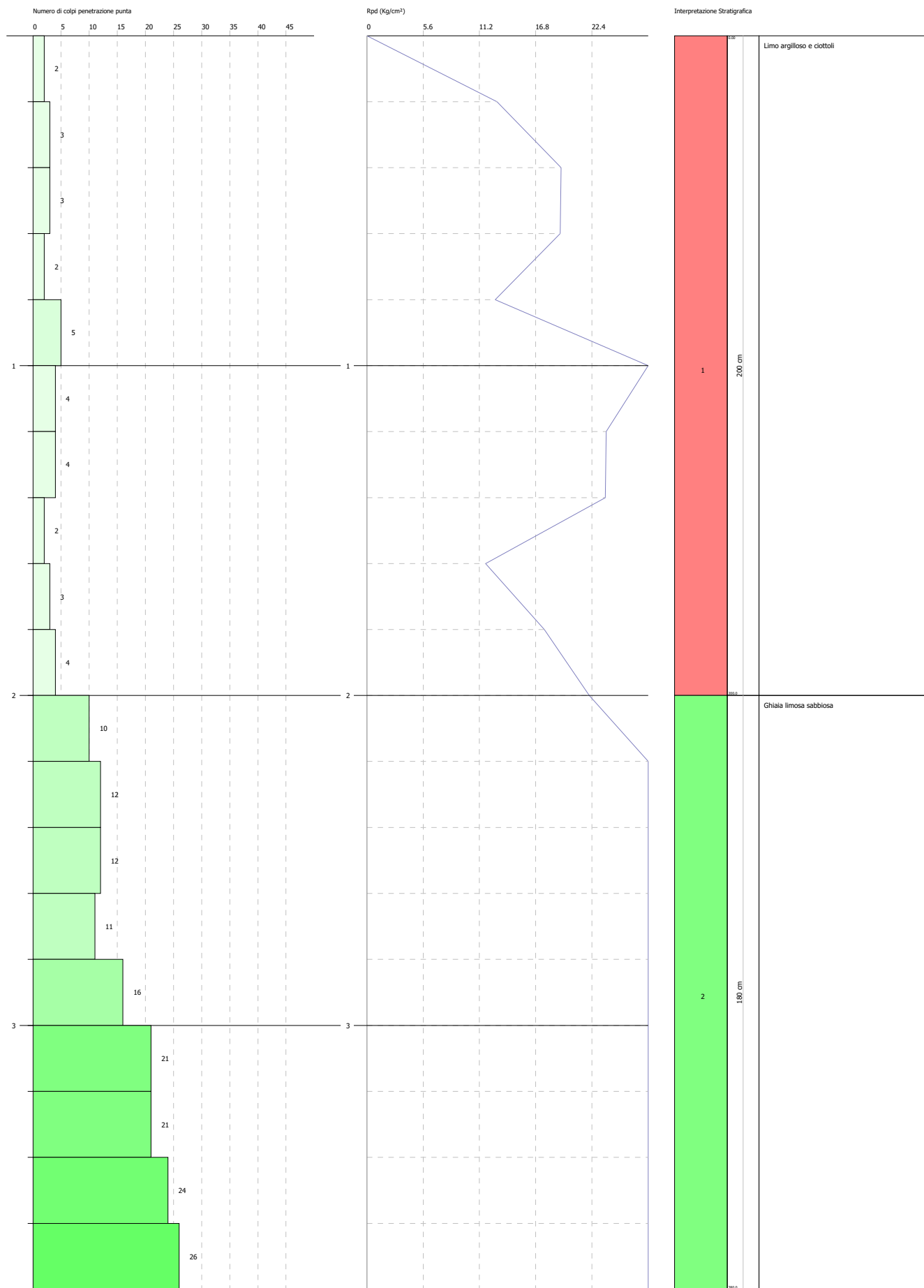


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:16

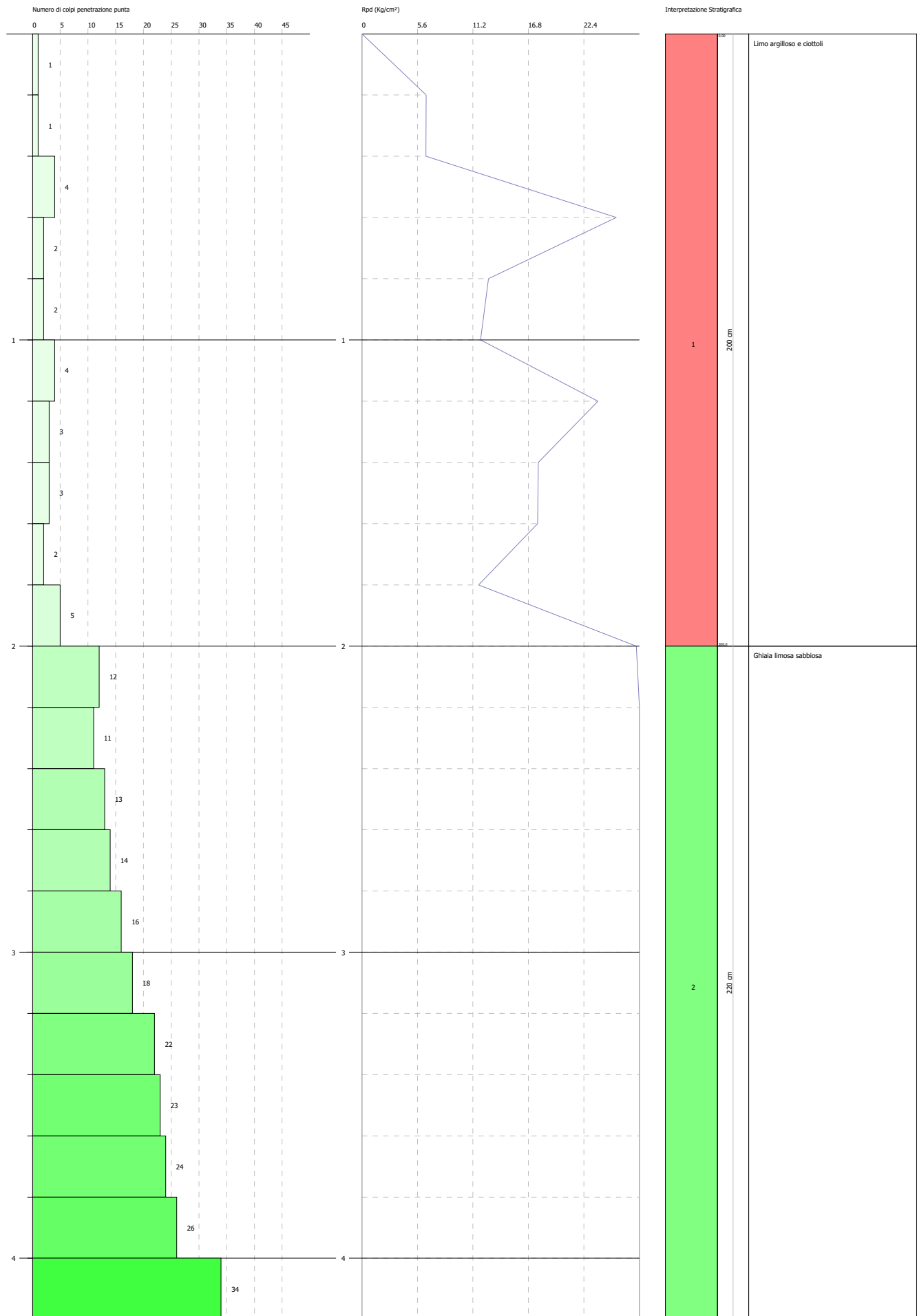


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:17

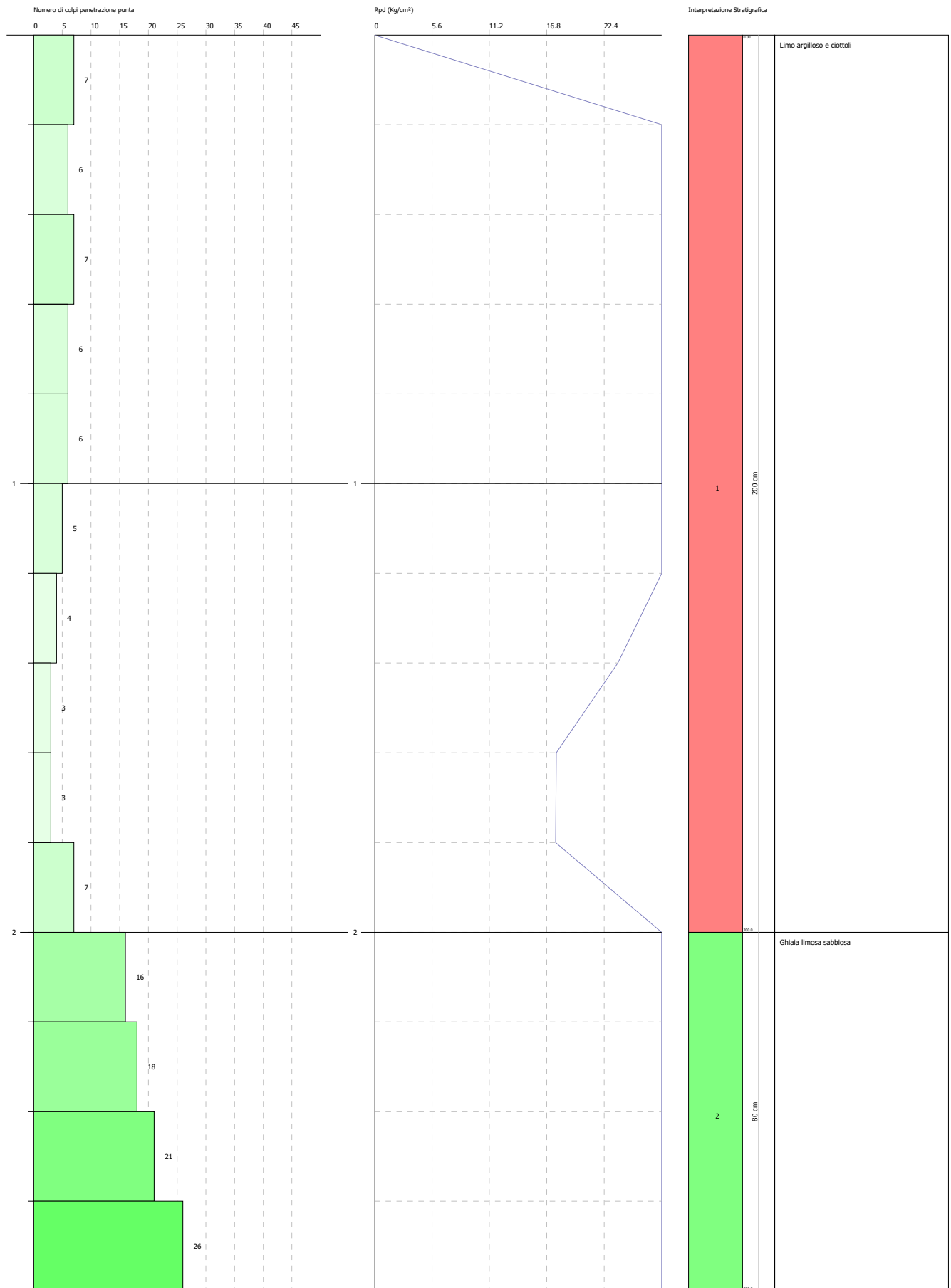


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:12

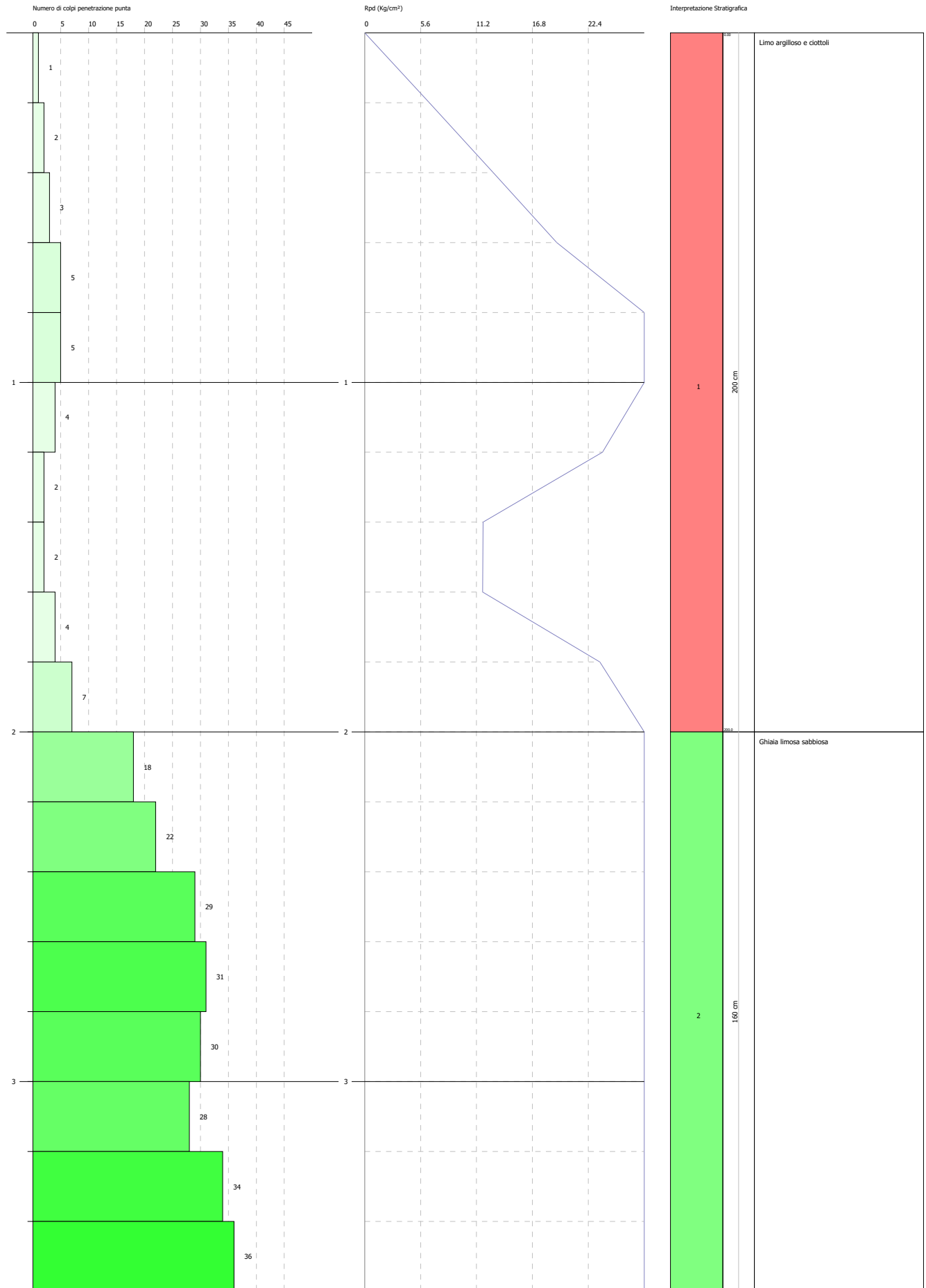


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.8**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:15

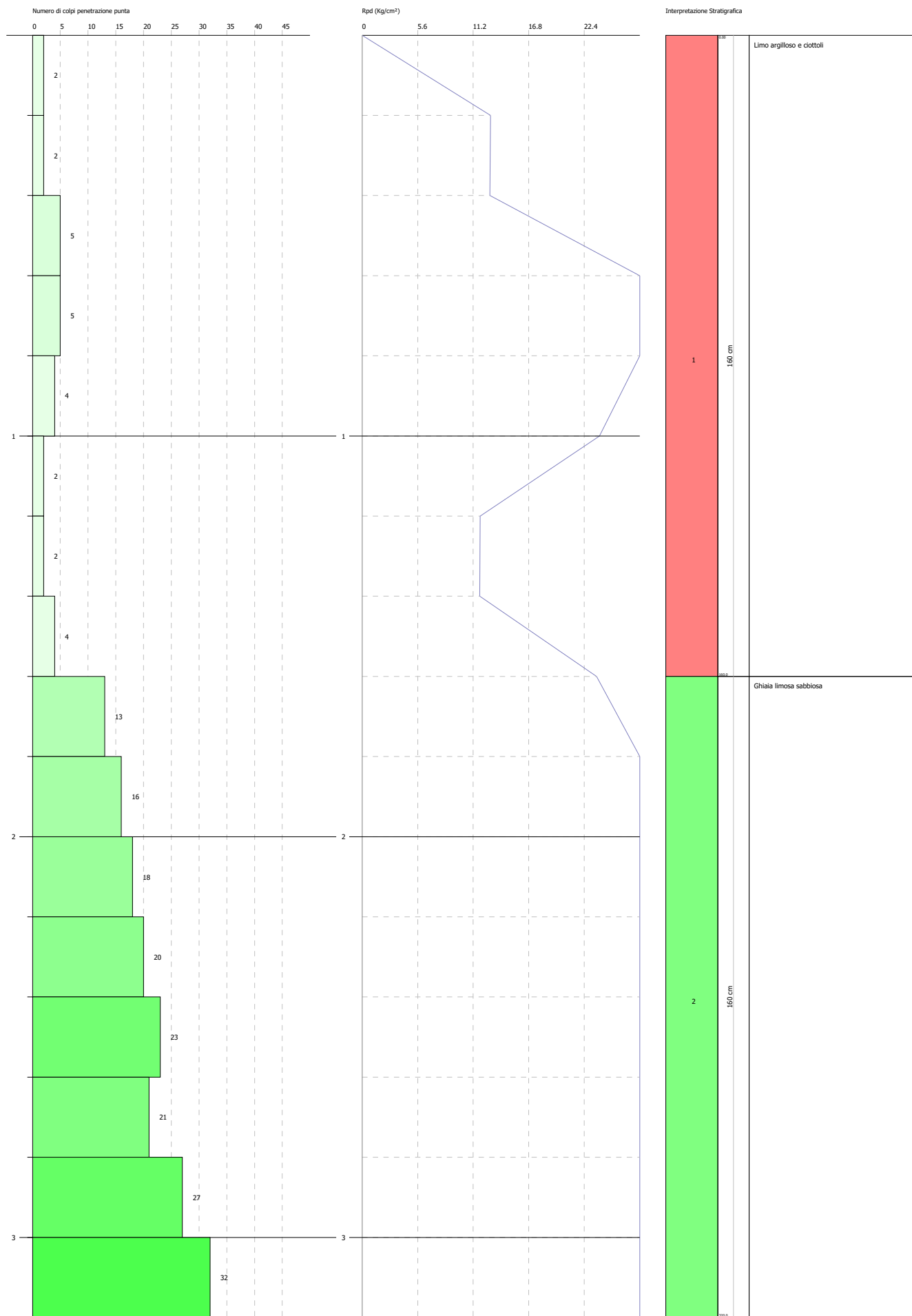


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.9**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:13



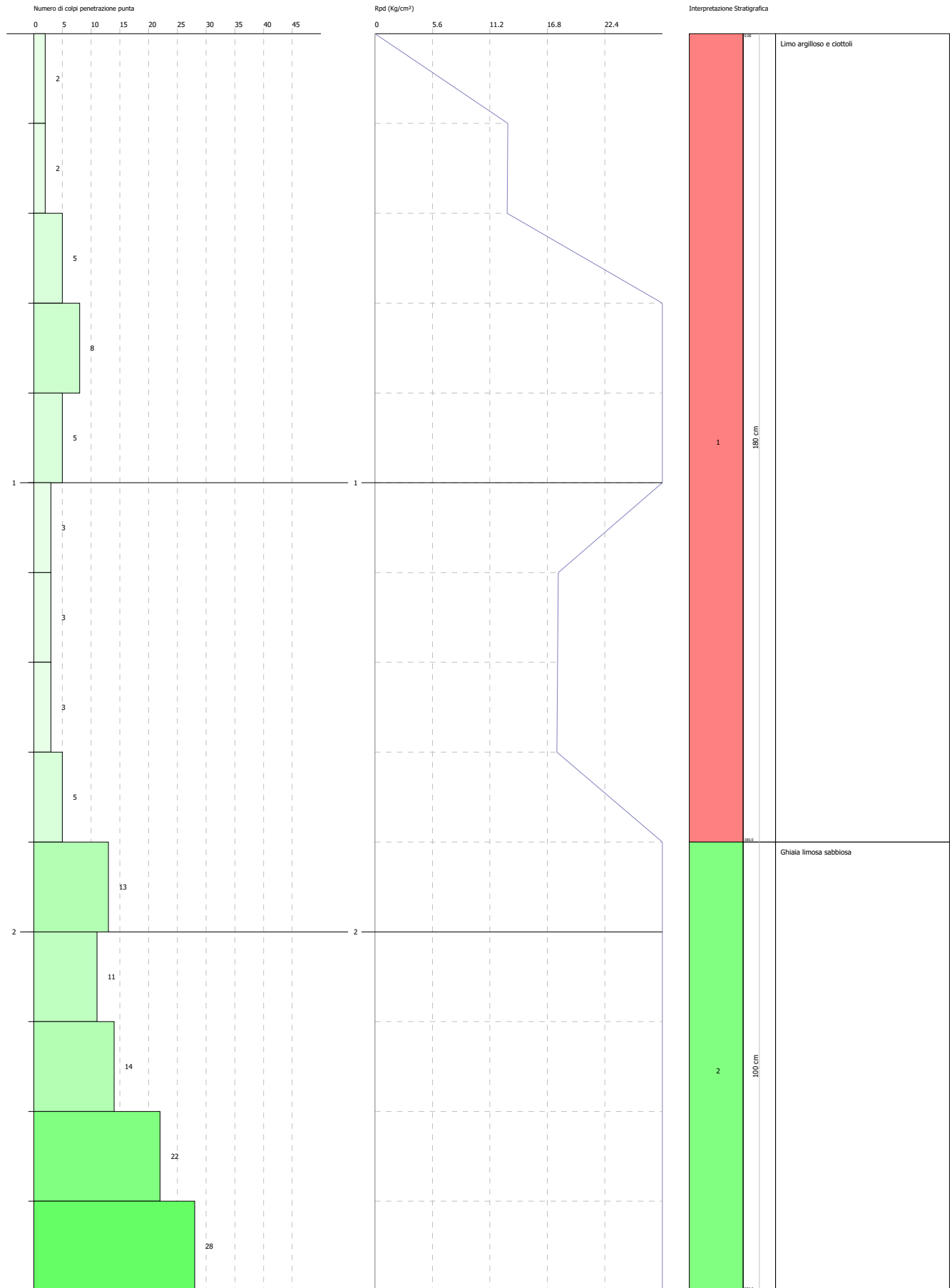


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.10**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 18/01/2021

Scala 1:12

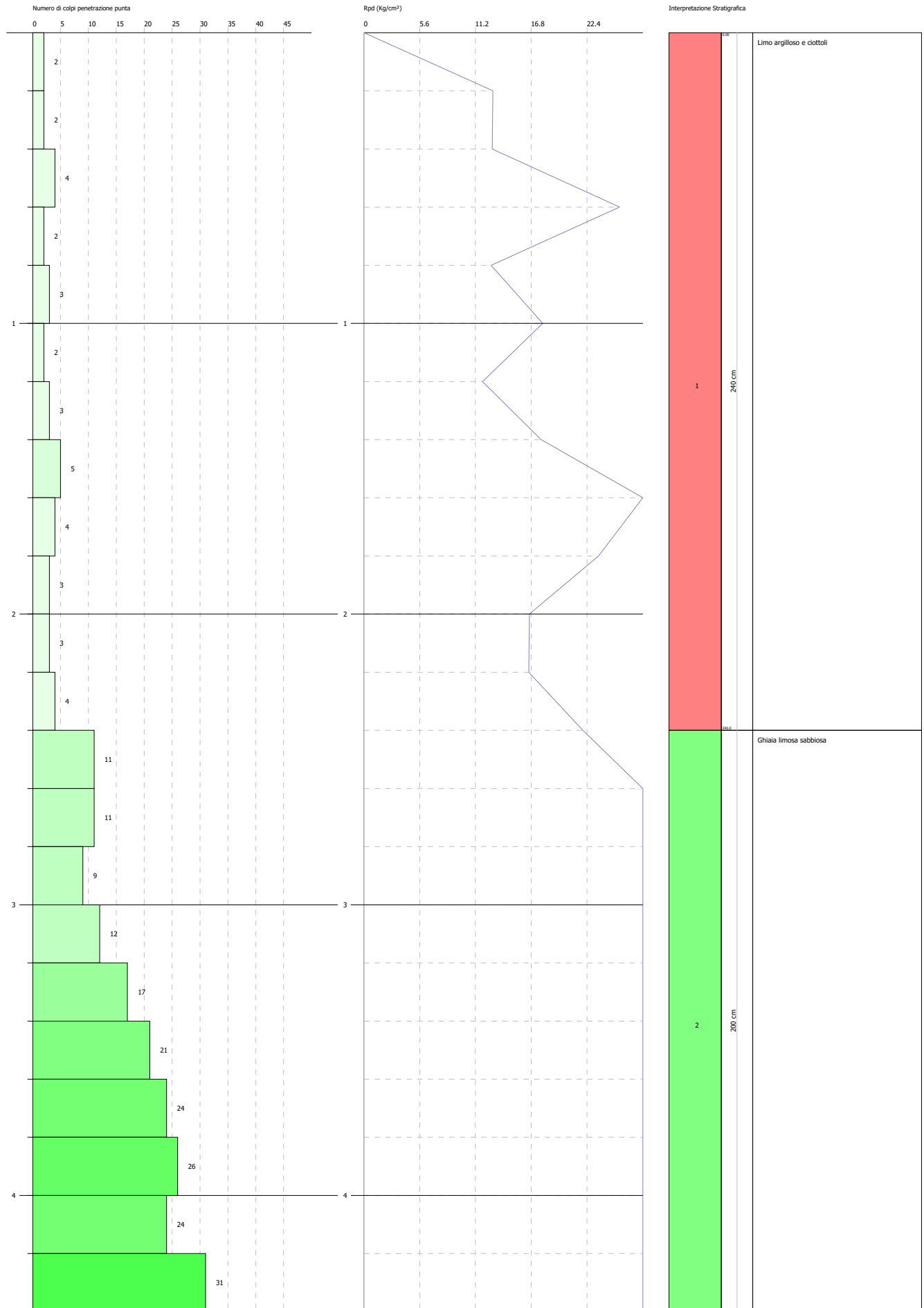


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.11**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 19/01/2021

Scala 1:18

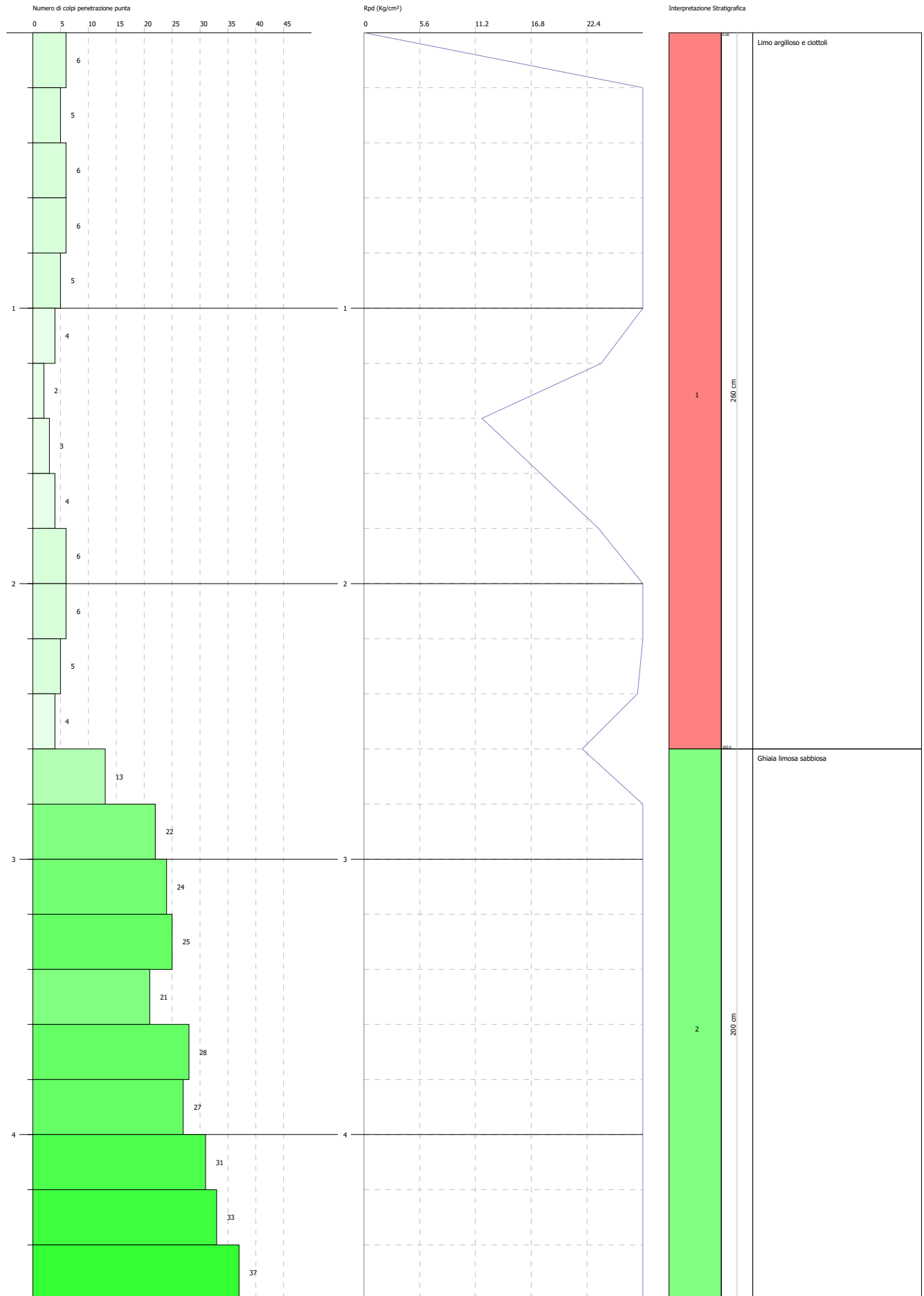


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.12**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 19/01/2021

Scala 1:19

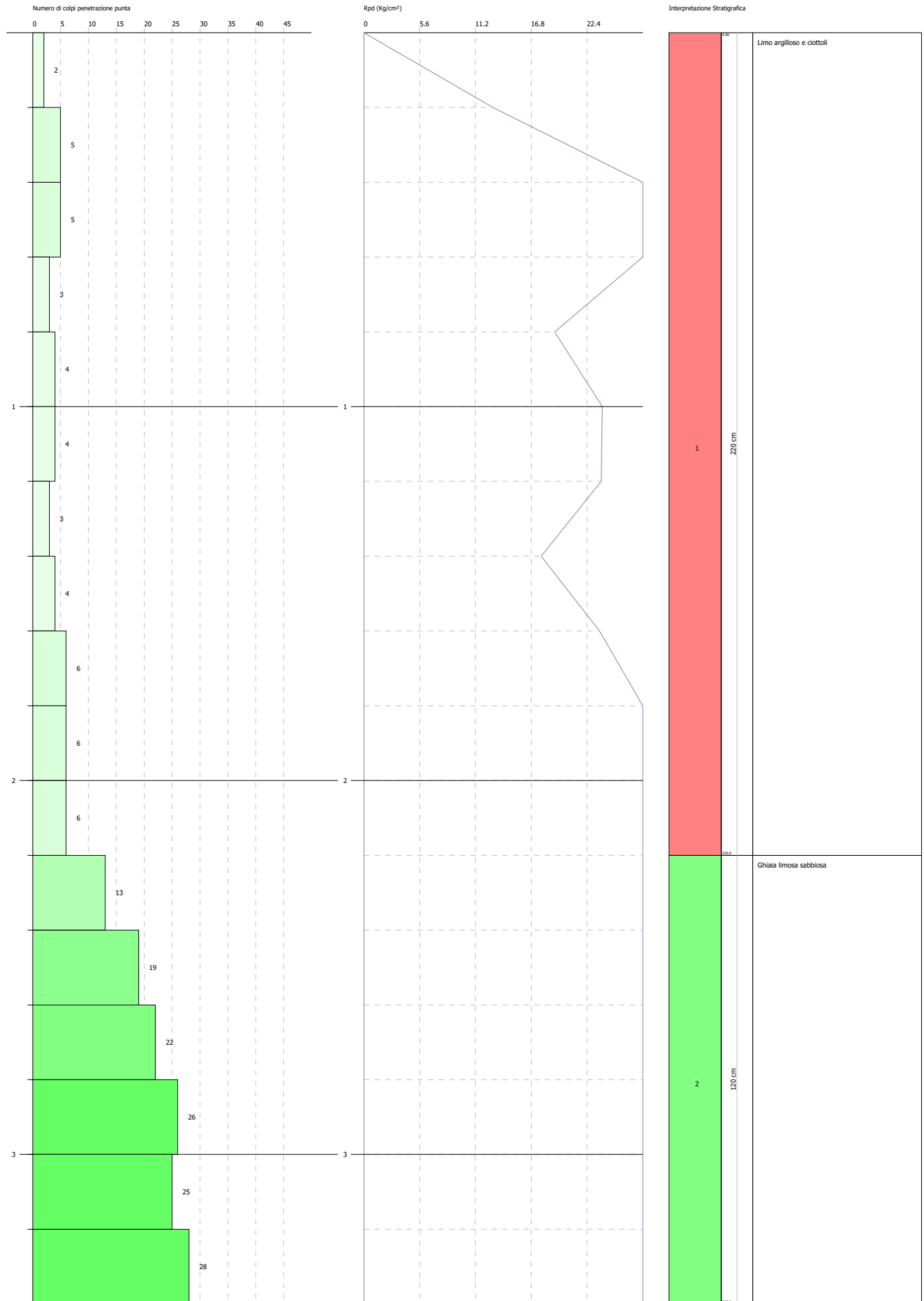


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.13**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 19/01/2021

Scala 1:14

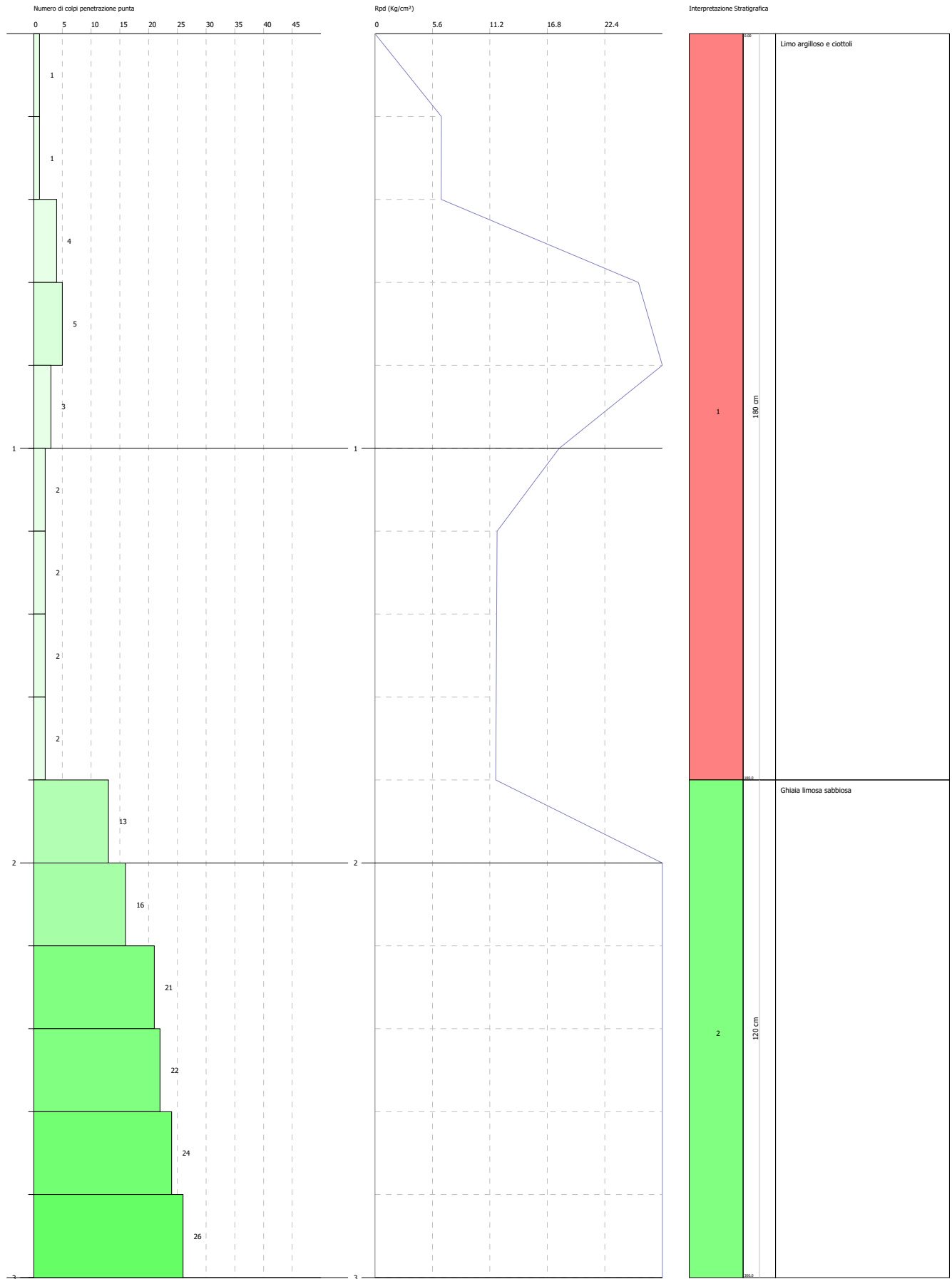


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.14**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 20/01/2021

Scala 1:13

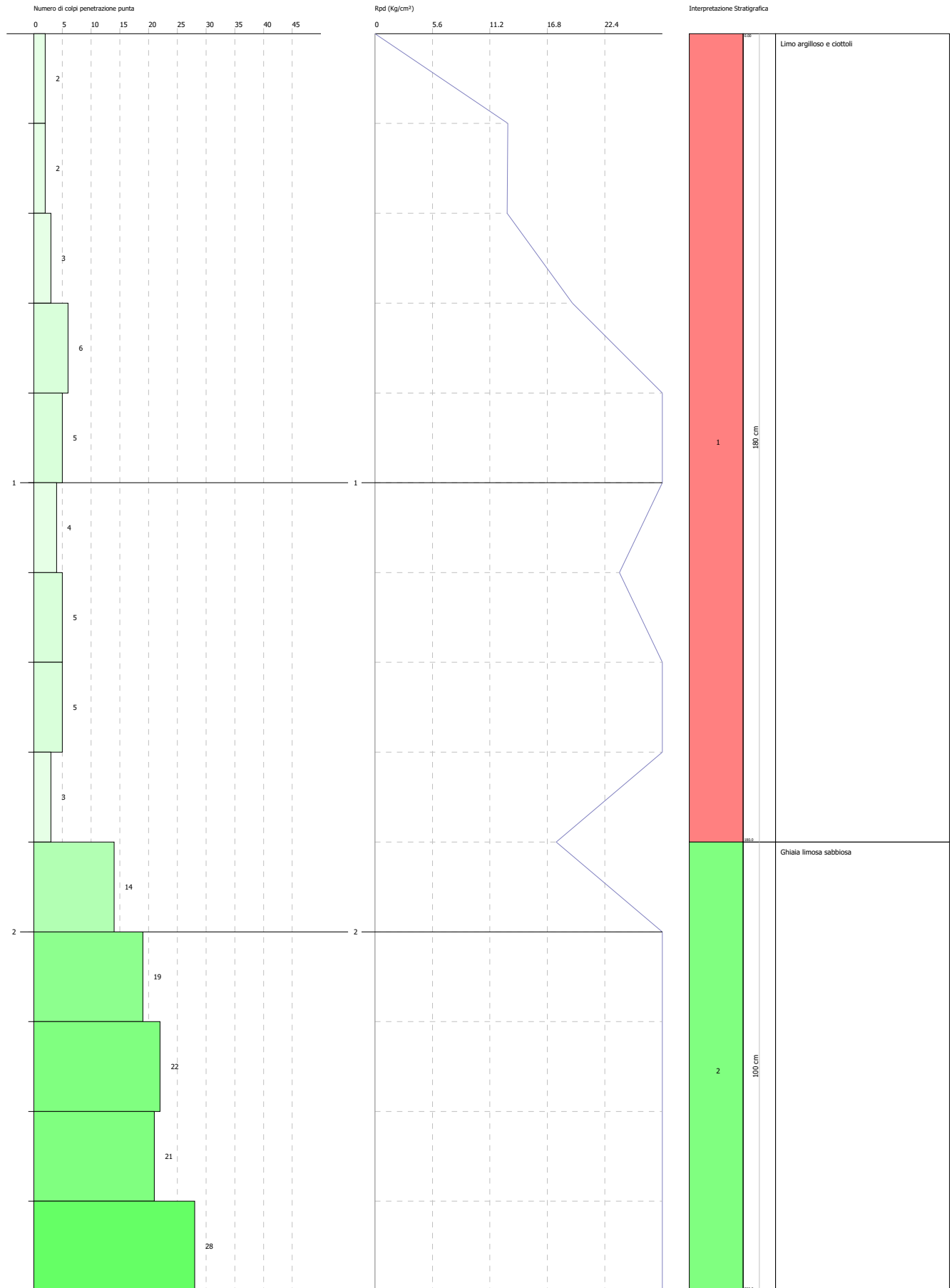


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.15**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 20/01/2021

Scala 1:12

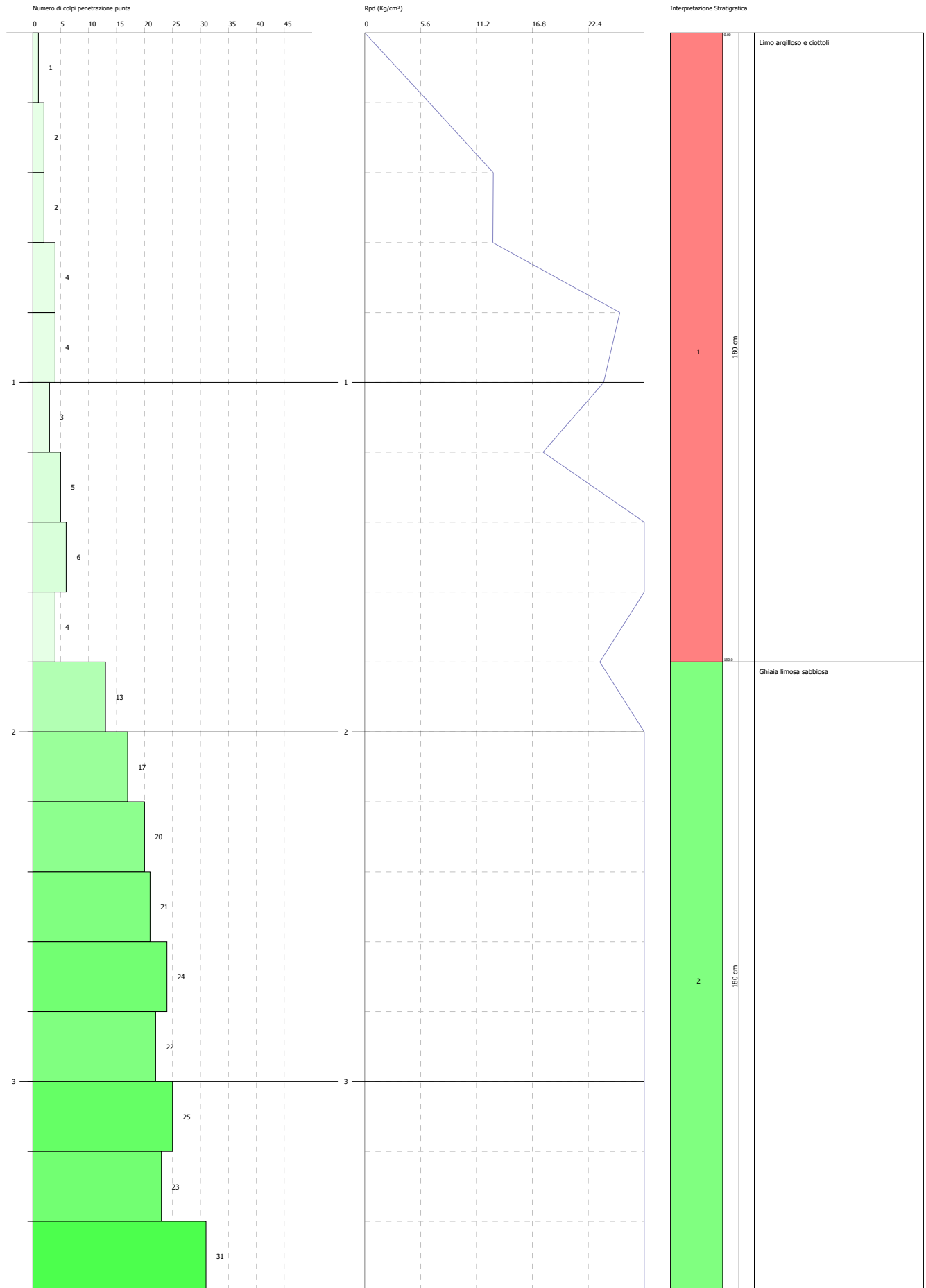


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.16**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 20/01/2021

Scala 1:15

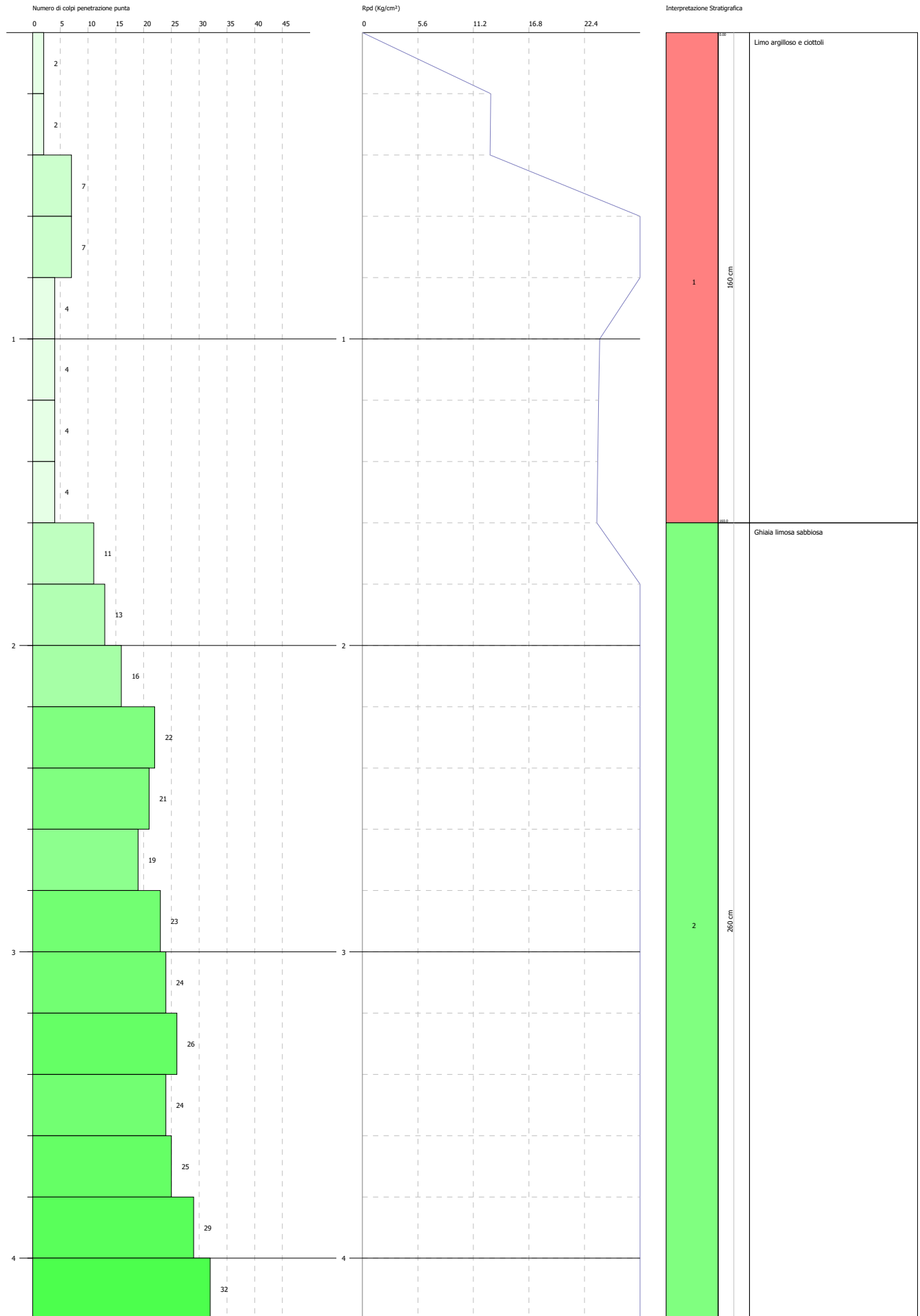


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.17**  
**Strumento utilizzato... Compac DPH 75**

Committente: BATTI Calvezano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvezano (Bg)

Data: 20/01/2021

Scala 1:17



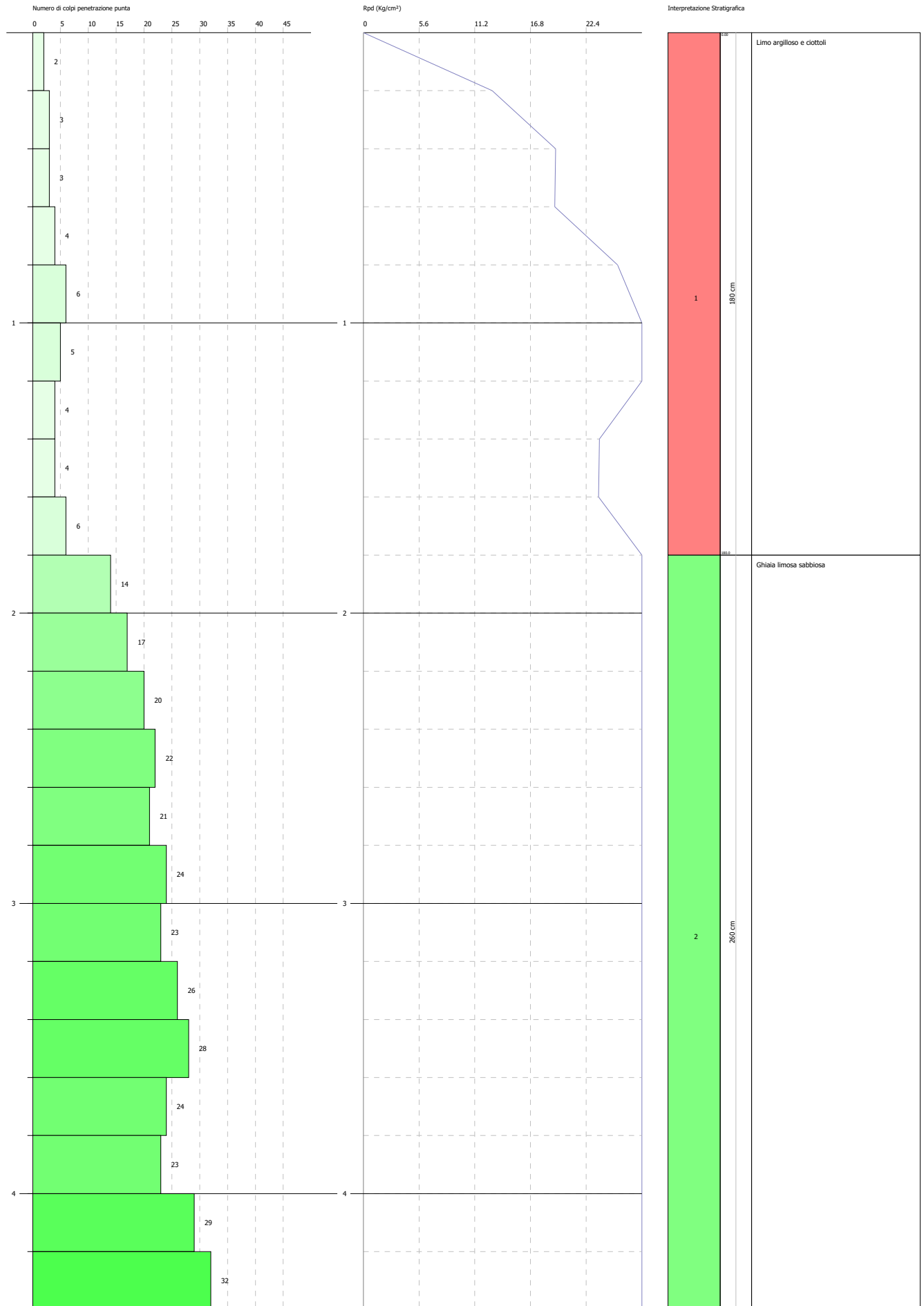


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.18**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 20/01/2021

Scala 1:18

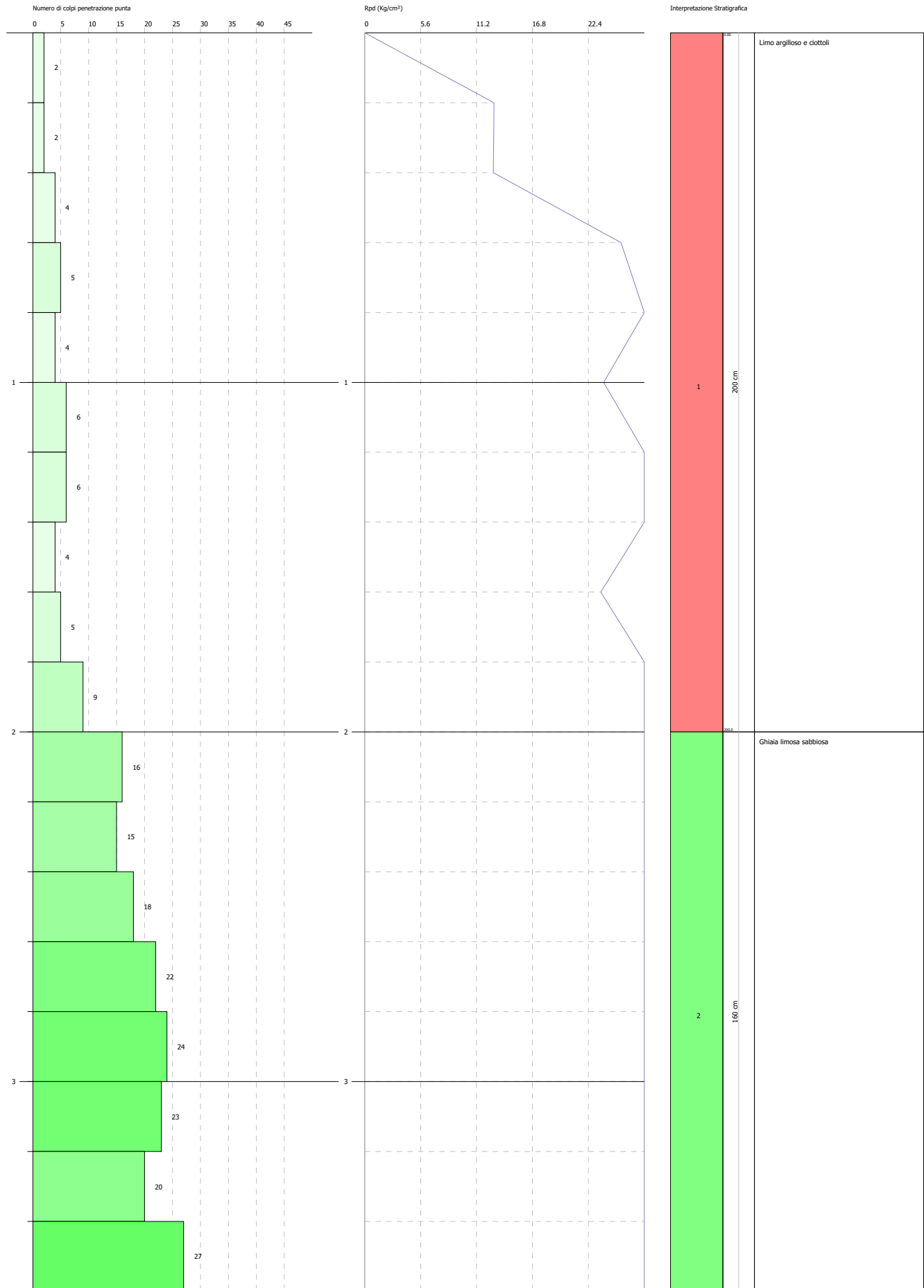


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.19**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 20/01/2021

Scala 1:15

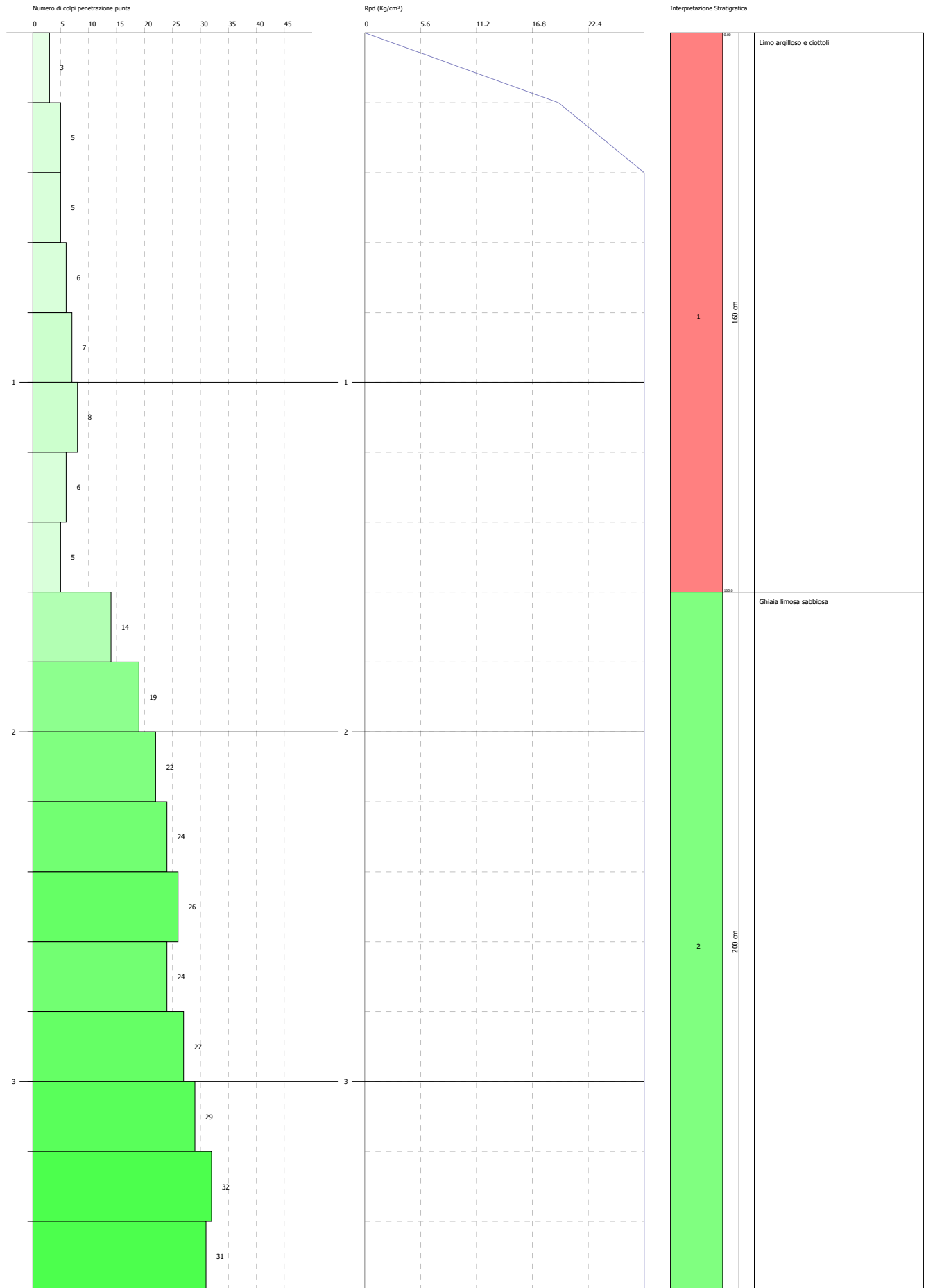


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.20**  
**Strumento utilizzato... Compac DPSH 75**

Committente: BATTI Calvenzano SRL  
 Descrizione: Via Milano  
 Località: Calvenzano (Bg)

Data: 20/01/2021

Scala 1:15



M2	=	peso del maglio SPT (63,5 kg);
H2	=	volata del maglio SPT (75 cm);
Pl2	=	passo di lettura SPT (15 cm);
Ap2	=	area della punta SPT (20,4 cmq);
M1	=	peso del maglio del dinamico continuo;
H1	=	volata del maglio del dinamico continuo;
Pl1	=	passo di lettura del dinamico continuo;
Ap1	=	area della punta del dinamico continuo.

Il numero di colpi da utilizzare nel calcolo dei parametri geotecnici sarà dato da:

$$N_{spt} = C_f N_{scpt}$$

Nel caso specifico il coefficiente di correlazione è stato assunto pari a 1,5 in accordo con i risultati ottenuti da Muromachi e Kobayashi (1981), che hanno presentato una correlazione fra N30 (colpi per 30 cm di penetrazione) ed  $N_{spt}$  attraverso l'utilizzo del penetrometro l'RTRI-HEAVY, giapponese, con maglio di 63,5 Kg, caduta 75 cm, dpunta = 5,08 cm, il quale è simile al penetrometro italiano tipo EMILIA-DPSH (e al penetrometro utilizzato per le seguenti prove). I due autori trovano che i dati, rilevati in materiali compresi in un'ampia gamma granulometrica, tenendo conto dell'influenza dell'attrito laterale la relazione diventa:

$$\frac{N_{30}}{N_{spt}} = 1,5$$

L'interpretazione e l'elaborazione dei dati forniti dalla prova penetrometrica ha consentito di attribuire agli orizzonti attraversati i parametri litotecnici illustrati nelle tabelle allegate.

*Le prove eseguite hanno riscontrato la presenza di una condizione litotecnica tutto sommato favorevole, individuando un assetto stratigrafico geotecnico sostanzialmente adeguato per la tipologia di intervento da realizzare. L'assetto stratigrafico è compatibile con la presenza di un livello superficiale sciolto, a composizione limosa argillosa con ciottoli che da piano campagna si spinge fino a circa 50 cm di profondità (terreno di coltivo) dotato di scadenti caratteristiche geotecniche. Oltre tale livello segue un orizzonte a comportamento granulare - attritivo, che da p.c. si spinge a quote variabili tra - 1,80 - 2,00 m da p.c. (fa eccezione la porzione occidentale del lotto, indicativamente nell'are di esecuzione delle prove SCPT da 11 a 13), dotato di mediocri caratteristiche geotecniche. Oltre tale livello segue una potente successione di ghiaie sabbiose limose (come ben evidenziato dai sondaggi meccanici e dalle trincee esplorative), entro il quale dovranno essere posate le fondazioni delle strutture di progetto, che si spingono fino alle massime profondità indagate.*

*La DL dovrà tener conto dell'anomalia riscontrata prevedendo l'approfondimento del piano di posa delle fondazioni e/o la bonifica del sottofondo in modo tale che le fondazioni risultino posate in ogni punto entro il livello geotecnicamente più addensato.*

*La DL dovrà inoltre accertare scrupolosamente la reale condizione stratigrafica litotecnica del sottofondo e verificare che il modello concettuale caratteristico di riferimento illustrato nel seguente rapporto, ed utilizzato nelle relative verifiche geotecniche, sia coerente con la reale condizioni del sottofondo e, che tutte le fondazioni, risultino posate in ogni punto entro il livello riconosciuto durante l'esecuzione delle indagini. Quanto riportato nel modello stratigrafico - litotecnico concettuale caratteristico di riferimento proposto, andrà attentamente valutato e verificato in fase di esecuzione degli scavi, per confermare la presenza al*

piano di posa e per i volumi di terreni coinvolti dalle fondazioni, di orizzonti che autorizzino, dal punto di vista geotecnico, ad estendere il modello stratigrafico - geotecnico caratteristico concettuale di riferimento, desunto dalle indagini in sito eseguite, a tutto il lotto da edificare. In fase di esecuzione degli scavi si raccomanda pertanto la massima cautela al fine di escludere la presenza, al piano di posa, di cavità e/o sacche di materiali geotecnicamente più scadenti e/o altre anomalie, che in tal caso andranno adeguatamente verificate e bonificate e/o trattate opportunamente per migliorarne le caratteristiche geotecniche.

### 3.2.6 Indagini sismiche passive a stazione singola HVSR - 2021

Al fine di stimare la Vs equivalente ai sensi della normativa vigente sono state eseguite n. 2 indagini sismiche passive a stazione singola HVSR (horizontal vertical spectra ratio) note anche con il nome di prova Nakamura. Queste prove consentono, in condizioni ottimali, di evidenziare eventuali fenomeni di amplificazione sismica legati ad assetti particolari del substrato. Questa metodologia ha mostrato i migliori risultati in presenza di un substrato rigido con sedimenti sovrastanti poco consolidati o poco addensati. La prova è stata ubicata come da schema allegato. Gli esiti dell'indagine HVSR eseguita sono compatibili con la presenza di sottosuolo di categoria sismica B.

Gli esiti dell'indagine HVSR eseguita sono compatibili con la presenza di terreni di Categoria sismica B; le successive verifiche di II Livello condotte ai sensi della DGR 2616/2011, i cui esiti sono esposti nei paragrafi successivi, indicano tuttavia che per tali terreni i valori del  $F_a$  calcolato, per sottosuolo sismico B, risultano superiori ad  $F_a$  di soglia, confermando in ciò gli esiti delle indagini sismiche di II Livello predisposte a supporto dello studio geologico di PGT; nelle verifiche geotecniche e sismiche si dovrà pertanto considerare un sottosuolo sismico di Categoria C per il quale la normativa di riferimento risulta adeguata a considerare i possibili effetti di amplificazione sismica.

### 3.2.7 Indagine sismica MASW - RE.MI. - 2021

Lo scopo dei rilievi è di caratterizzare la zona d'indagine da un punto di vista sismico, stimando, secondo quanto stabilito dalla normativa nazionale (NTC18) e regionale (D.G.R. IX/2616 del 2011), l'andamento della velocità delle onde di taglio con la profondità e, conseguentemente, calcolare la velocità media Vs che caratterizza i terreni a partire dalla superficie sino al bedrock ( $V_{s,eq}$ ), oppure sino alla profondità di 30m ( $V_{s30}$ ), nei casi in cui il bedrock sia a profondità superiori ai 30m. La registrazione delle onde di superficie viene effettuata con l'impiego di una classica apparecchiatura di acquisizione per sismica a rifrazione. E' necessario un sismografo ad elevata dinamica corredato da 24 geofoni a bassa frequenza (4.5 Hz). Nella fattispecie è stato utilizzato un sismografo GEODE (Geometrics) con risoluzione a 24 bit e 24 canali.

Le indagini sono state eseguite in corrispondenza di una linea sismica con le seguenti caratteristiche:

Linea	n° Geofoni	Spaziatura geofonica [m]	Lunghezza stendimento [m]
Linea sismica	24	3	69

In corrispondenza della linea sono state acquisite, 20 registrazioni MASW da 2 secondi ciascuna, posizionando i punti di energizzazione alle estremità della linea con un offset di 3 m. L'energizzazione è stata effettuata tramite una mazza strumentata corredata da un blocco in PVC. Al termine delle misure si dispone di 20 registrazioni con sorgente attiva. Utilizzando un software dedicato (SurfSeis 3), i dati vengono elaborati congiuntamente in modo da

avere una maggiore attendibilità e una più accurata risoluzione dei risultati. L'elaborazione di dati di onde superficiali consiste nel ricavare, a partire dalle registrazioni in campo, l'andamento delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza e quindi il modello di velocità in funzione della profondità. Una volta ricavato lo spettro FK ed individuato il modo fondamentale di propagazione, si procede al picking della curva di dispersione sperimentale e quindi alla trasformazione dell'allineamento di punti individuato in forma di un diagramma periodo-velocità di fase. Attraverso un processo d'inversione della curva di dispersione (sperimentale) si ottiene il profilo con l'andamento delle Vs con la profondità e conseguentemente, una nuova curva di dispersione (teorica) da confrontare con la curva di dispersione ricavata dalle registrazioni. La procedura viene successivamente ripetuta iterativamente sino ad ottenere la migliore convergenza possibile tra modello teorico/sperimentale e le condizioni stratigrafiche esistenti, ricavate da indagini pregresse o effettuate successivamente.

Si ricorda infatti che il modello teorico che si può ottenere non è univoco ed è quindi necessario confrontarlo e tararlo con le conoscenze geologiche del sito (ad esempio: sondaggi meccanici o prove penetrometriche, stratigrafie di pozzi, indagini a rifrazione) onde poter passare all'identificazione di un modello reale definitivo.

I risultati della presente campagna di indagine sono riportati nell'allegato; vengono mostrati i risultati relativi alle diverse fasi dell'elaborazione dei dati raccolti, ossia, lo spettro FK, le curve di dispersione sperimentale e teorica delle onde di Rayleigh e i modelli interpretativi (profilo di velocità delle onde di taglio) che ne derivano previa inversione dei dati. L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs negli strati di copertura e nei primi orizzonti sino ad una profondità di circa 31.0 m dal piano campagna. La buona qualità dei segnali registrati attestano l'affidabilità dei risultati ottenuti. Per quanto concerne la caratterizzazione sismica dei siti in esame, utilizzando il valore del parametro  $V_{S,eq}$  ottenuto dalla relazione:

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

dove  $h_i$  e  $V_{S,i}$  indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo per un totale degli  $N$  strati riconosciuti nei primi  $H$  metri di sottosuolo a partire dalla superficie, dove  $H$  indica la profondità del bedrock, nei casi in cui questa sia inferiore ai 30m di profondità, si ottiene, confrontandolo con i valori di riferimento riportati nella tabella seguente (Tab. 3.2.II), che il sito in esame appartiene alla categoria di **B** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 e 800 m/s) con un valore di  $V_{S,eq30}$  pari a **510m/s**; di seguito viene proposta una tabella riassuntiva con i valori ottenuti.

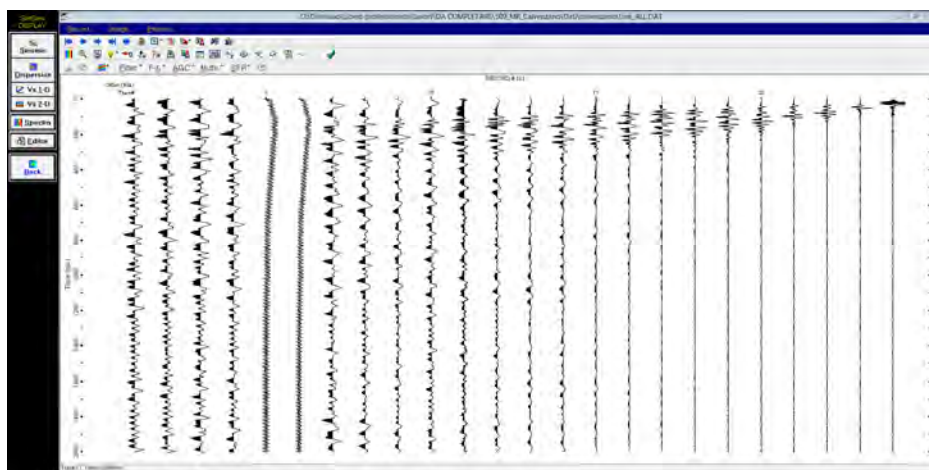
**Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.**

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

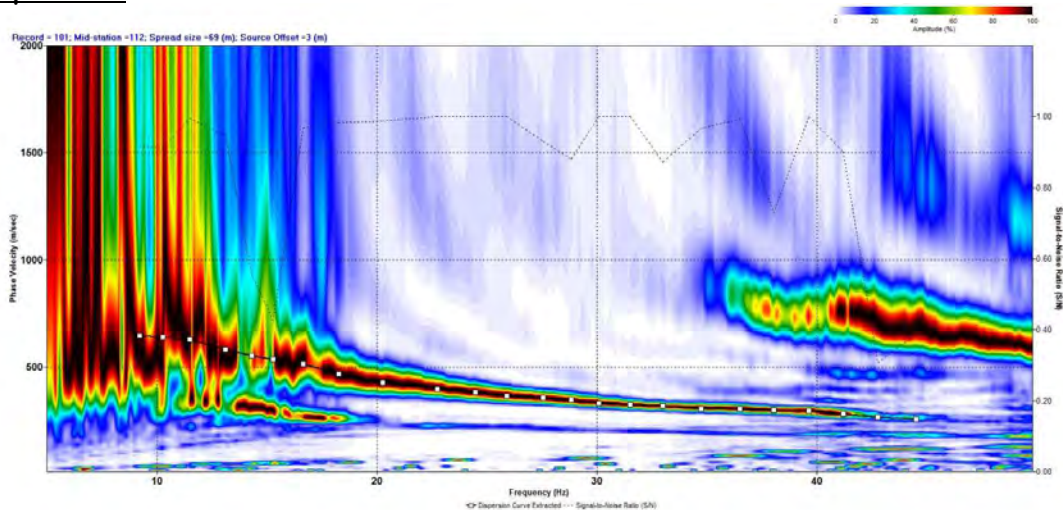
Tabella riassuntiva con i valori di velocità Vs.

Risultati Masw		
Intervallo di profondità [m]		Velocità Vs [m/s]
0.0	1.0	199
1.0	2.1	209
2.1	3.6	385
3.6	5.5	332
5.5	7.8	437
7.8	10.7	507
10.7	14.3	578
14.3	18.8	662
18.8	24.5	734
24.5	30.6	778
Vs,eq30 [m/s]= 510		Suolo tipo B

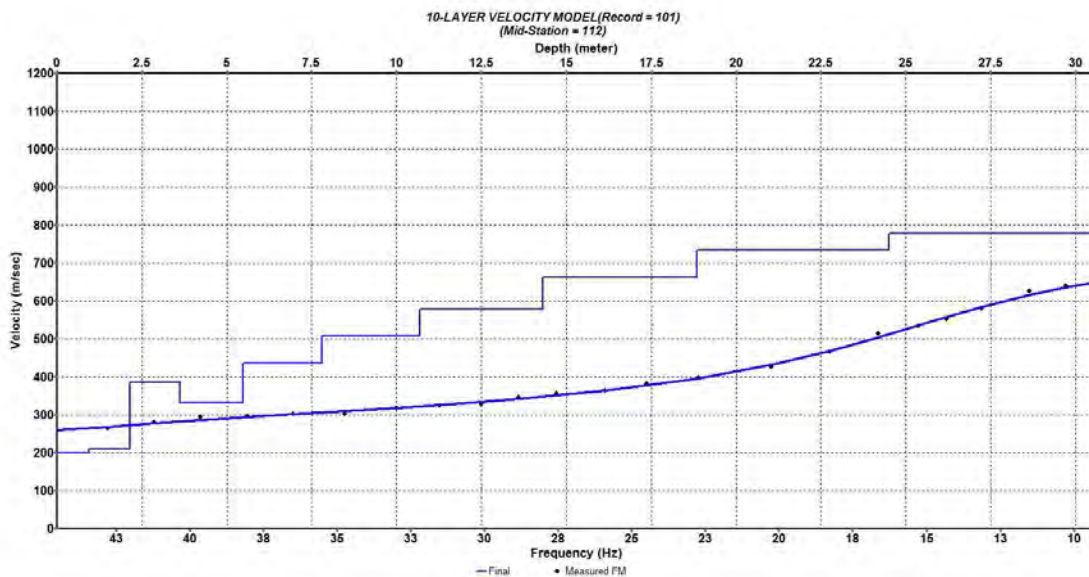
**Masw Oscillogramma**



## Spettro FK



## Profilo di velocità delle onde di taglio (Vs)



## 4.0 Elementi di microzonazione sismica

Dal punto di vista sismico il territorio comunale di Calvenzano (Bg) è stato classificato dalla D.G.R. della Lombardia n. X/2129 dell'11 luglio 2014 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", come comune in zona 3; tutti i progetti delle strutture riguardanti le nuove costruzioni, pubbliche e private, devono essere redatti in linea con le norme tecniche vigenti per la Zona 3". Le NTC, prevedono, in luogo delle accelerazioni sismiche per l'intero territorio comunale e per classi di sismicità, previste dall'O.P.C.M. 3274, l'adozione dei valori di accelerazione sismica di base considerando l'intero territorio suddiviso secondo griglie con un lato di circa 5,5 km, a ciascuna delle quali è attribuito un caratteristico ed uniforme valore di accelerazione sismica  $a_g$ . La "pericolosità sismica di base" del sito di intervento costituisce pertanto l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche attraverso la definizione di tre parametri:  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del sito;  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  $T^*c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. Ai fini della definizione



dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . Per il caso in esame è stato adottato il metodo semplificato mediante la stima del valore di  $V_s$  attraverso specifiche indagini in sito. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2. I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove ovvero, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

$h_i$  spessore dell'*i*-esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;

$N$  numero di strati;

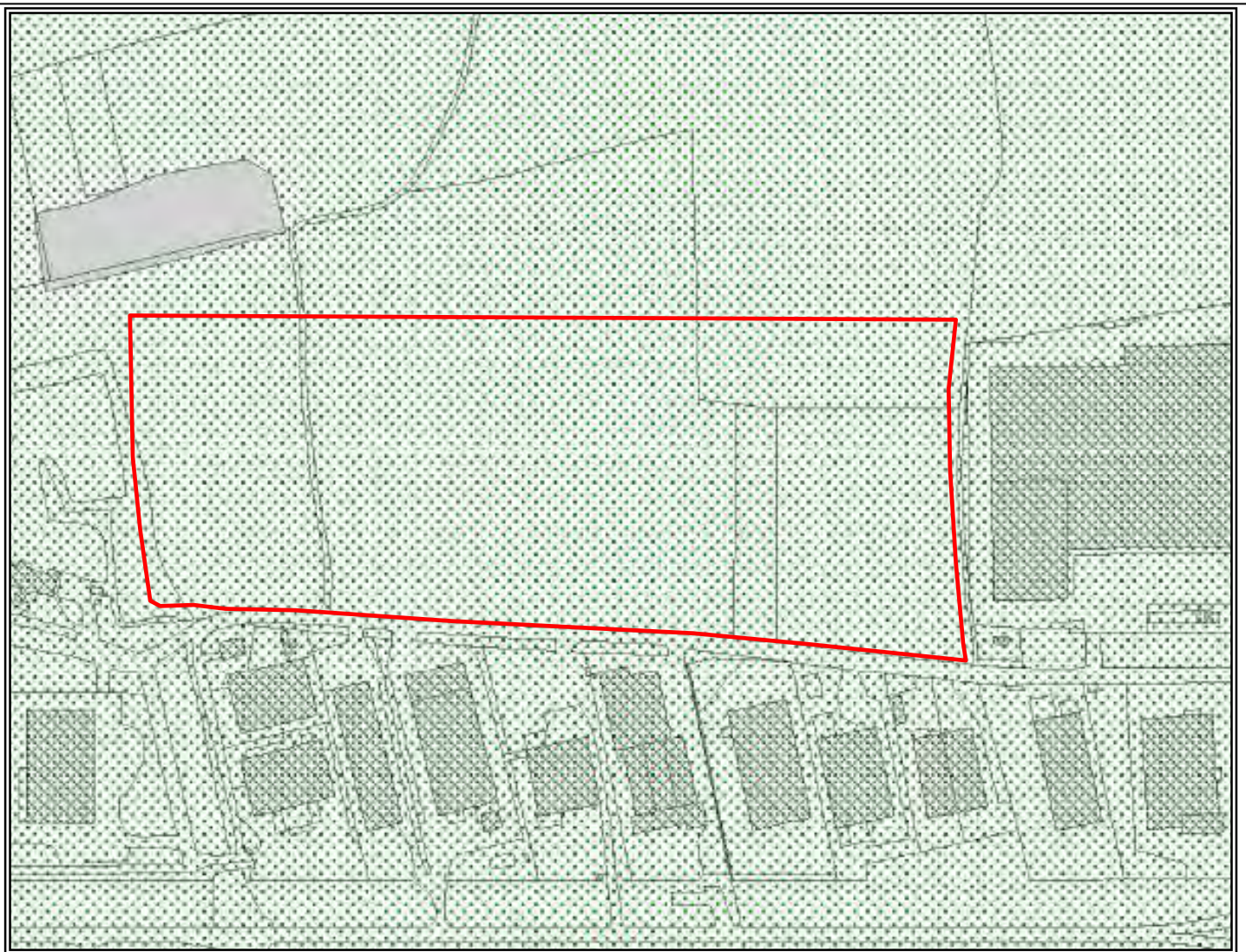
$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle presenti norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche. Condizioni topografiche



**ZONE  
OMOGENEE**




**SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE  
(PSL)**

- Zone con depositi fini saturi - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (terreni superficiali a prevalente componente ghiaioso-(sabbiosa))
- Zone con depositi fini saturi - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (terreni superficiali a prevalente componente sabbioso-ghiaioso-(limosa))
- Zone con depositi fini saturi - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (terreni superficiali a prevalente componente limoso-sabbioso-argillosa)
- Zone con terreni di fondazione scadenti (si tratta di terreni di riporto di elevato spessore)

**EFFETTI  
Fenomeni Cosismici -  
Amplificazioni sismiche**

- Cedimenti e/o Liquefazioni - Amplificazioni litologiche e geometriche
- Cedimenti e/o Liquefazioni - Amplificazioni litologiche e geometriche
- Cedimenti e/o Liquefazioni - Amplificazioni litologiche e geometriche
- Cedimenti e/o Liquefazioni

 Area intervento

**BATI** > CALVENZANO  
**NG** > CONCEPT

Stralcio carta di Pericolosità Sismica Locale - PGT Calvenzano (Bg)  
(non in scala)

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III - *Categorie topografiche*

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

*Per l'area di intervento, ai fini della classificazione sismica, si è fatto ricorso all'indagine eseguita ed alle relative analisi sismiche di II livello di approfondimento, oltre che a indagini disponibili per aree contermini e allo studio sismico di PGT, che riferiscono i sottosuoli in questione alla Categoria B. Tali analisi di II Livello sismico indicano inoltre che nel caso specifico, per sottosuoli di categoria B, i valori di amplificazione sismica locale sono superiori ai valori soglia definiti dalla Regione, confermando in ciò gli esiti delle verifiche ed analisi di II Livello di approfondimento sismico eseguite a supporto dello studio geologico di PGT; pertanto la normativa risulta inadeguata a considerare i possibili effetti di amplificazione sismica locale. Nelle verifiche geotecniche dovranno pertanto essere adottati sottosuoli di Categoria Sismica C per i quali i valori di amplificazione sismica locale sono inferiori ai valori soglia definiti dalla Regione; pertanto la normativa risulta adeguata a considerare i possibili effetti di amplificazione sismica locale. Considerata la morfologia pianeggiante dei terreni, la categoria topografica è riferibile alla Classe T1.*

#### 4.1 Analisi sismica di II Livello

Lo studio geologico di PGT individua, per l'area di intervento, lo scenario di Pericolosità Sismica Locale Z4, riferibile a potenziali amplificazioni di carattere litologico/stratigrafico. Per tali ambiti, nel rispetto dei riferimenti normativi dettati dalla DGR 2616/2011 e della DGR 5001/2016, è stata eseguita un'analisi sismica di II Livello, adottando i metodi di approfondimento previsti dalla Regione Lombardia - Allegato 5 - DGR 2616/2011 e App 5 - DGR 5001/2016. La procedura per la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti d'amplificazione consiste nella stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa); lo studio nel caso specifico è stato condotto con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche. Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1 - 0.5 s e 0.5 - 1.5 s; in particolare l'intervallo tra 0.1 - 0.5 s si riferisce a strutture di altezza inferiore ai 5 piani, basse e relativamente rigide, come quella di progetto. La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia dei materiali presenti nel sito (litologie ghiaiose e litologie argilloso limose);
- stratigrafia del sito;
- andamento con la profondità delle Vs fino a valori pari o superiori a 800 m/s; in mancanza del raggiungimento del bedrock ( $V_s \geq 800$  m/s) con le indagini è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di Vs con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, tale da raggiungere il valore di 800 m/s.
- spessore, peso di volume e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

In funzione della litologia prevalente presente nel sito, del gradiente di velocità Vs e del gradiente del peso di volume naturale con la profondità si sceglie l'abaco di riferimento. In funzione dello spessore e della velocità Vs(2) dello strato superficiale si sceglie la curva più appropriata per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,5 - 1,5 s. La valutazione del grado di protezione è effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di Fa ottenuto con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun Comune e per le diverse categorie di suolo (Norme Tecniche per le Costruzioni) soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0,1 - 0,5 e 0,5 - 1,5 s. Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato.xls (soglie\_lomb.xls) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito. La procedura prevede pertanto di valutare il valore di Fa e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0,1 che tiene conto della variabilità del valore di Fa ottenuto. L'applicazione di questa metodologia richiede quindi l'esecuzione delle seguenti fasi:

1 - Scelta della litologia prevalente lungo la verticale indagata, tra le classi litologiche messe a disposizione dalla Regione Lombardia (nella DGR 2616/2011) e quindi verifica della congruità del profilo di propagazione delle onde di taglio con il campo di validità messo a disposizione nelle norme. Se il profilo rientra nel campo di validità si passa al punto 2.

2 - Selezione della curva da utilizzare per il calcolo del Fa nell'intervallo 0,1 - 0,5 s, sulla base di: velocità di propagazione delle onde di taglio (VS) del primo strato (la cui identificazione è incerta, in quanto non è specificato se il primo strato deve essere individuato sulla base della stratigrafia oppure sulla base degli intervalli di velocità VS individuati); profondità del bedrock sismico.

3 - Calcolo del Fa (nei periodi 0,1 - 0,5 s e 0,5 - 1,5 s) in relazione al periodo fondamentale del terreno.

4 - Selezione della curva da utilizzare per il calcolo del Fa nell'intervallo 0,1 - 0,5 s, sulla base di: velocità di propagazione delle onde di taglio (VS) del primo strato (la cui identificazione è incerta, in quanto non è specificato se il primo strato deve essere individuato sulla base della stratigrafia oppure sulla base degli intervalli di velocità VS individuati), profondità del bedrock sismico.

5 - Calcolo del Fa (nei periodi 0,1 - 0,5 s e 0,5 - 1,5 s) in relazione al periodo fondamentale del terreno.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Dove hi e Vsi sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello. Una volta calcolati i Fa, l'ultimo passo da compiere prevede il loro confronto con dei valori predeterminati dalla Regione Lombardia. Per il caso specifico, come già accennato, il periodo di riferimento da adottare nelle verifiche è T = 0.1 - 0.5 s riferito a strutture di altezza inferiore ai 5 piani di altezza. Per il comune di Calvenzano (Bg) il valori di Fa soglia definiti da Regione Lombardia (con DGR 7374/2008) sono i seguenti:

Intervallo	Valori Soglia			
	B	C	D	E
0.1 - 0.5	1.4	1.9	2,2	2.0

Si possono presentare quindi due situazioni:

1 - il valore di  $F_a$  è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la nuova normativa è da considerarsi sufficiente per tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;

2 - il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (III° Livello) o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema (punto 1.4.3 della DGR VIII/7374/2008 e Allegato 5 della DGR 2626/2011):

- anziché lo spettro della categoria B di suolo si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;

- anziché lo spettro della categoria C di suolo si utilizzerà quello della categoria di suolo D;

- anziché lo spettro della categoria E di suolo si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Per il caso specifico in esame le indagini in sito eseguite indicano che il sottofondo dell'area di intervento è compatibile con un suolo sismico di Categoria B. La scheda di riferimento compatibile per l'area di intervento, tra quelle proposte da Regione Lombardia, è risultata essere la Scheda litologia sabbiosa.

**Le verifiche condotte restituiscono, per periodo 0.1 - 0.5 s, per sottosuoli di Categoria Sismica B, i seguenti valori di  $F_a$  calcolato:**

- **Indagine HVSr 1 -  $F_a = 1,64$ ;**

La procedura prevede di valutare il valore di  $F_a$  con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di + 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di  $F_a$  ottenuto.

**Nel caso in esame, anche considerando gli esiti della prova HVSr1 si ottiene un valore di  $F_a = 1,64 + 0,1 = 1,74$  con  $F_a$  soglia per sottosuolo B = 1,4, per il periodo 0.1 - 0.5 s. Il valore di  $F_a$  calcolato, per suolo sismico B, risulta pertanto superiore ad  $F_a$  di soglia; nelle verifiche geotecniche e sismiche si dovrà pertanto considerare, per l'intero PL, un sottosuolo sismico di Categoria C per il quale il valore di  $F_a$  calcolato risulta inferiore ad  $F_a$  di soglia pari a 1,9 e la normativa di riferimento risulta adeguata a considerare i possibili effetti di amplificazione sismica, mentre la categoria topografia è compatibile con la T1.**

## Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

### Sito in esame.

latitudine: 45,480158 [°]

longitudine: 9,597467 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	12266	45,471340	9,572835	2156,4
Sito 2	12267	45,473630	9,643954	3696,5
Sito 3	12045	45,523570	9,640692	5886,4
Sito 4	12044	45,521290	9,569487	5066,9

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,029	2,461	0,198
Danno (SLD)	63	50	0,037	2,501	0,215
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,099	2,454	0,276
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,130	2,464	0,283

## Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,500	1,790	1,000	0,009	0,004	0,424	0,200
SLD	1,500	1,740	1,000	0,011	0,006	0,542	0,200
SLV	1,500	1,610	1,000	0,030	0,015	1,454	0,200
SLC	1,500	1,590	1,000	0,047	0,023	1,911	0,240

Geostru

## 5.0 Caratteristiche geotecniche terreni

Le NTC 2018, stabiliscono che in luogo dei parametri geotecnici nominali, nelle verifiche geotecniche debbano essere utilizzati i parametri geotecnici caratteristici. Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite, ed adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza. Esistono due metodi per la determinazione dei parametri caratteristici: - Un primo metodo considera l'approccio probabilistico, considerando quindi le quantità statistiche ricavate su un opportuno campione di prove - Metodo statistico; - Un secondo metodo si valuta i valori caratteristici delle proprietà del terreno in funzione del livello di deformazione previsto per lo stato limite considerato - Metodo geotecnico. Per il caso specifico si è adottato l'approccio geotecnico considerando valori caratteristici prossimi ai minimi più scadenti. Nel caso specifico si adotteranno i seguenti parametri geotecnici caratteristici:

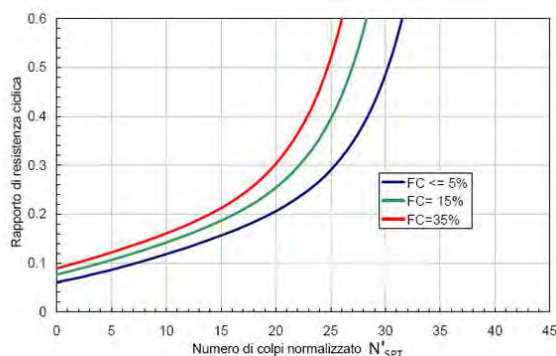
### STRATIGRAFIA TERRENO - MODELLO STRATIGRAFICO GEOTECNICO CONCETTUALE CARATTERISTICO DI RIFERIMENTO

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [Kg/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Poisson	Descrizione
2.0	1400.00	1870.00	28.0	0.0	0.0	29.0	35.0	0.34	Ghiaia sabbiosa limosa
5.0	1650.00	2030.00	33.0	0.0	0.0	204.0	79.0	0.28	Ghiaia sabbiosa con ciottoli

### 5.1 Verifica liquefazione terreno di sottofondo

Lo studio geologico di PGT individua, per l'area di intervento lo scenario di Pericolosità Sismica Locale Z2 (oltre allo scenario Z4 analizzato nei paragrafi precedenti), riferibile a potenziali fenomeni di liquefazione, in considerazione della bassa soggiacenza della falda da p.c. Per il caso specifico per la verifica a liquefazione si è fatto ricorso al metodo proposto da Seed e Idriss. Con tale metodo il fattore di resistenza alla liquefazione FS viene valutato dal rapporto tra la capacità di resistenza normalizzata (R) e la domanda di resistenza ciclica (T), moltiplicato per un fattore di scala valutato considerando un evento sismico atteso di magnitudo M=6.5 che assume un valore costante pari a 1.19 (condizione peggiore). La capacità di resistenza normalizzata rispetto alla tensione verticale efficace iniziale viene espressa dalla seguente relazione:  $R = \frac{\tau_{ult}}{\sigma'_{v0}}$  e può essere determinata dal grafico rappresentato nella figura seguente, funzione di parametri desunti da prove SPT opportunamente corretti e normalizzati.





*Correlazione fra capacità di resistenza ciclica e numeri di colpi corretto della prova penetrometrica dinamica (N'<sub>SPT</sub>)*

La domanda di resistenza ciclica viene espressa dalla relazione:  $T = 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} r_d$

dove:

g accelerazione di gravità;

$\sigma_v$   $\sigma'_v$  rispettivamente la tensione verticale totale e quella efficace alla profondità considerata;

$r_d = 1 - 0.015z$  coefficiente correttivo che tiene conto della deformabilità del terreno al passaggio delle onde sismiche di taglio.

Nell'espressione della domanda di resistenza (T), per tenere conto del carattere sporadico dei picchi di accelerazione, si corregge lo sforzo massimo ciclico indotto dall'evento sismico del 35% ottenendo un valore di "sforzo equivalente uniforme".

Se  $F_s > 1.3$  il deposito viene considerato non liquefacibile.

**Esiti Verifica a Liquefazione**

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt'	Svo (Kg/cm <sup>2</sup> )	S'vo (Kg/cm <sup>2</sup> )	T	R	Fs	Condizione:
2	10.00	39.00	30.192	2.196	1.496	0.034	2.157	64.12	Livello non liquefacibile

*Per il caso in esame i sedimenti potenzialmente liquefacibili sotto falda sono caratterizzato da un valore di  $F_s >> 1,3$  che testimonia una generale condizioni di stabilità anche in caso di sollecitazioni dinamiche.*

**5.2 Verifica al carico limite dell'insieme fondazione-terreno**

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione  $Ed \leq Rd$ , dove Ed è il valore di progetto dell'azione e dove Rd è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico (in questo caso del terreno di fondazione). Al fine di consentire l'esecuzione delle verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) dell'opera in progetto, viene determinata la resistenza di progetto del terreno di fondazione al collasso per carico limite (Rd), che si ottiene dividendo la resistenza caratteristica del terreno Rk (coincidente con la capacità portante limite), per un fattore di sicurezza R variabile a seconda dell'approccio scelto per le suddette verifiche. Il calcolo della resistenza del sottofondo è stato condotto sia in condizioni statiche (assenza di sisma), sia in condizioni dinamiche (presenza di sisma). In condizioni dinamiche si è tenuto conto, nel calcolo della resistenza, dei coefficienti riduttivi dei fattori di portanza Nq, Nc ed Ng, legati all'accelerazione sismica orizzontale al piano di posa delle fondazioni, secondo quanto prescritto da Paolucci & Pecker (1997). Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa. Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa. Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite, accertando che la condizione 6.2.1 sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione - terreno;
- collasso per scorrimento sul piano di posa;
- stabilità globale.

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali. Le rimanenti verifiche devono essere 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. Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

Tab. 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Verifiche gli stati limite di esercizio (SLE)

Al fine di assicurare che le fondazioni risultino compatibili con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione (§§ 2.2.2 e 2.6.2), si deve verificare il rispetto della condizione 6.2.7, calcolando i valori degli spostamenti e delle distorsioni nelle combinazioni di carico per gli SLE specificate al §2.5.3, tenendo conto anche dell'effetto della durata delle azioni. Forma, dimensioni e rigidezza della struttura di fondazione devono essere stabilite nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche agli stati limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi. Nelle verifiche geotecniche per la stima della capacità portante si sono adottati i metodi più diffusi in letteratura, applicando i relativi effetti sismici sulla base dei parametri scaturiti dalla caratterizzazione sismica del sito utilizzando il software commerciale LoadCap, versione 2021 implementato dalla Geostru. **Nelle verifiche geotecniche sono state ipotizzate le azioni e combinazioni di carico riportate nella tabella di seguito riportata; sarà cura dello strutturista verificare la congruenza di tali dati con le azioni effettivamente agenti sulle fondazioni e qualora necessario, saranno eseguite ulteriori iterazioni di verifica sulla base delle azioni di progetto. Nelle verifiche geotecniche è stata considerata la presenza di acqua a partire da - 5 m da p.c., come da indicazioni di PGT.**

Nelle verifiche sono stati considerate fondazioni a plinti di dimensioni B = 1,5 x 1,5 m posate a - 2 m da p.c.

<b>Fondazioni a plinti di dimensioni 1,5 x 1,5 m - Profondità di posa - 2,00 m da p.c.</b>	
<b>Rinterro 90 cm</b>	
<b>Combinazione delle azioni sulle fondazioni (Kg/cmq)</b>	
<b>Ipotesi orientativa (da verificare)</b>	
A1+M1+R3 Combinazione fondamentale statica SLU (STR)	1,8
sisma	1,8
SLE	1,8
SLD	1,8

### 5.3 Esiti delle verifiche geotecniche relative alla resistenza dei terreni allo SLU

Nella tabella allegata sono riportati gli esiti delle verifiche geotecniche eseguite con le combinazioni di calcolo indicate, sia in condizioni statiche che in condizioni dinamiche. Le verifiche geotecniche eseguite adottando l'Approccio 2 - Combinazione Unica hanno fornito i seguenti esiti: **Fondazioni a plinti**

Fondazioni	Sigma massima a compressione SLU - Qultima (K/cm <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione massima esercizio Ed (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di sicurezza	Verifica geotecnica	Cedimenti totali (mm)
Travi rovesce B = 1 m Posa a - 2 m da p.c.	6,77	3,76	1,80	> 2,30	Verificata	< 20 mm

Nel dimensionamento esecutivo delle fondazioni si raccomanda di adottare in ogni caso, a deciso favore di sicurezza, un valore di Tensione Massima di Esercizio Ed non superiore a Ed = 1,80 Kg/cm<sup>2</sup>; le fondazioni dovranno essere posate in ogni punto entro il livello ghiaioso ben addensato presente indicativamente a partire dalla quota di circa - 2,00 m da p.c. (ad eccezione delle aree ad ovest del lotto, indicativamente in zona SCPT da 11 a 13, dove le fondazioni dovranno essere approfondite almeno fino a 2,40 - 2,60 m da p.c. oppure si dovrà procedere ad un miglioramento geotecnico del sottofondo). Sarà cura della DL verificare la quota di imposta delle fondazioni in fase di scavo non esitando, se il caso, ad approfondire il piano di posa per raggiungere il livello ghiaioso o procedere ad una bonifica geotecnica del sottofondo. Comunque, in fase di scavo, la DL dovrà porre la massima cura al fine di escludere la presenza di cavità/sacche colmate con materiale geotecnicamente scadente al di sotto del piano di posa, che in tal caso andranno adeguatamente bonificate.

Nella verifica dei cedimenti totali, considerando fondazioni con carichi di esercizio indicati, i valori dei cedimenti totali risultano inferiori a 20 mm. *Le verifiche illustrate nel seguente rapporto sono riferite esclusivamente all'intervento progettuale per il quale sono state predisposte, così come da indicazioni fornite dal Progettista ed esclusivamente per i Committenti titolari al loro utilizzo. Lo scrivente Dr. Geologo Norberto Invernici conserva la proprietà intellettuale su tutti gli elaborati consegnati; la Committenza può utilizzare gli stessi una sola volta per l'esclusivo fine per il quale il sono stati predisposti. Ogni utilizzo diverso dovrà essere autorizzato dallo scrivente. Qualsiasi variazione/modifica progettuale apportata dovrà essere nuovamente valutata per le necessarie verifiche geotecniche e per predisporre, se il caso, supplementi di indagini in sito o raccomandare diverse modalità di esecuzione dei lavori. Nella seguente relazione sono illustrate le condizioni geologiche - geotecniche, idrogeologiche e sismiche dell'area di intervento e di un suo ragionevole intorno nelle condizioni dello stato di fatto alla data di redazione; in ogni caso, prima dell'inizio dei lavori dovranno essere eseguite adeguate verifiche dei terreni direttamente interessati dall'intervento e di un loro ragionevole intorno, non esitando a contattare lo scrivente per un sopralluogo di verifica, al fine di escludere che successivamente alla redazione della presente siano intervenute alterazioni/modificazioni naturali od antropiche dello stato dei luoghi che possano in qualche modo determinare negative mutue interferenze con le opere di progetto o che possano alterare le condizioni di stabilità dell'area.*

**Verifiche geotecniche fondazioni a plinti di dimensioni 1,5 x 1,5 m – Fondazioni posate a – 2 m da p.c.**  
**(Sarà cura della DL verificare che in ogni punto le fondazioni risultino posate entro il livello ghiaioso ben addensato)**

**Incastro Df = 0,90 m**

**NTC 2018 – Zona Sismica 3 - Metodo SLU – Approccio 2 – Combinazione Unica**

**DATI GENERALI**

Normativa	NTC 2018
Zona	3
Larghezza fondazione	1.5 m
Lunghezza fondazione	1.5 m
Profondità piano di posa	2.0 m
Altezza di incastro	0.9 m
Profondità falda	5.0

**SISMA**

Accelerazione massima (amax/g)	0.043
Effetto sismico secondo	Paolucci, Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0.0087

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.284	2.461	0.198
S.L.D.	50.0	0.363	2.501	0.215
S.L.V.	475.0	0.971	2.454	0.276
S.L.C.	975.0	1.275	2.464	0.283

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.426	0.2	0.0087	0.0043
S.L.D.	0.5445	0.2	0.0111	0.0056
S.L.V.	1.4565	0.2	0.0297	0.0149
S.L.C.	1.9125	0.24	0.0468	0.0234

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [Kg/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
2.0	1400.0	1870.0	28.0	0.0	0.0	29.0	35.0	0.34	0.0	0.0	Ghiaia limosa poco addensata
10.0	1650.0	2030.0	33.0	0.0	0.0	204.0	79.0	0.28	0.0	0.0	Ghiaia sabbiosa addensata

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [Kg/cm <sup>2</sup> ]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	SISMA	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

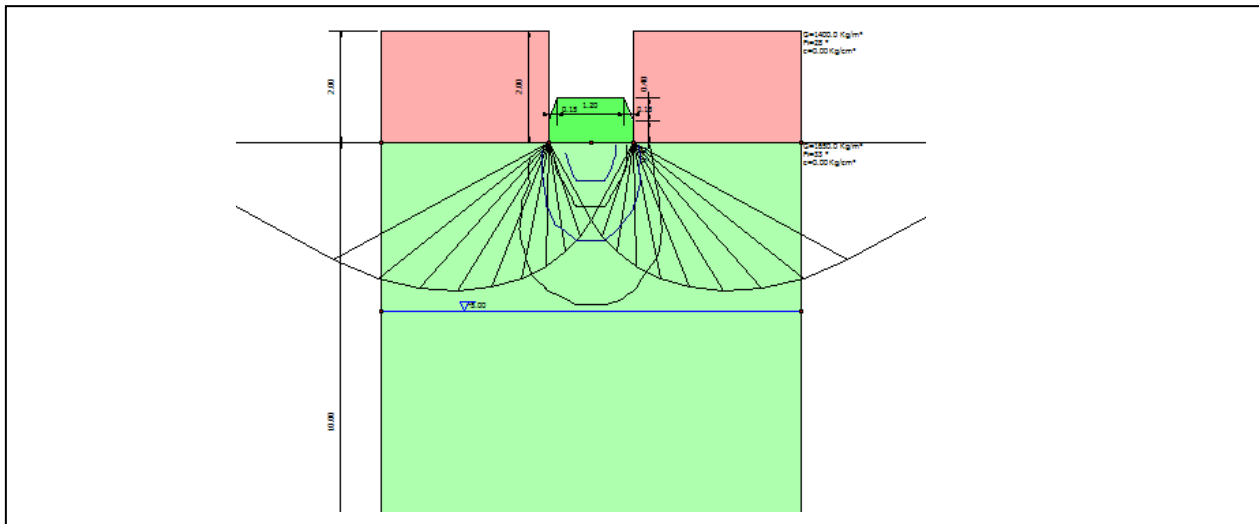
**Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnic terreno + Resistenze**

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

Carico limite verticale

Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione [Ed] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Costante sottofondo (Kg/cm <sup>3</sup> )
A1+M1+R3							
	HANSEN (1970)	8.06	4.48	1.80	4.48	Verificata	3.22
	* TERZAGHI (1955)	6.77	3.76	1.80	3.76	Verificata	2.71
	MEYERHOF (1963)	10.19	5.66	1.80	5.66	Verificata	4.08
	VESIC (1975)	8.80	4.89	1.80	4.89	Verificata	3.52
	Brinch - Hansen 1970	8.59	4.77	1.80	4.77	Verificata	3.44
SISMA							
	HANSEN (1970)	8.06	4.48	1.80	4.48	Verificata	3.22
	TERZAGHI (1955)	6.77	3.76	1.80	3.76	Verificata	2.71
	MEYERHOF (1963)	10.19	5.66	1.80	5.66	Verificata	4.08
	VESIC (1975)	8.80	4.89	1.80	4.89	Verificata	3.52
	Brinch - Hansen 1970	8.59	4.77	1.80	4.77	Verificata	3.44

Con \* i valori più cautelativi di verifica



**CEDIMENTI ELASTICI**

Pressione normale di progetto	1.8 Kg/cm <sup>2</sup>
Modulo Elastico	204.0 Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.28
Cedimento al centro della fondazione	4.85 mm

## 6.0 Conclusioni

Nel seguente rapporto sono illustrati gli esiti conseguiti dagli studi e dalle indagini di carattere geologico - geotecnico - idrogeologico e di caratterizzazione sismica dei terreni siti lungo via Milano, in comune di Calvenzano (Bg), proponendosi quale supporto specialistico al progetto di realizzazione nuovi edifici produttivi nell'ambito del PL di via Milano denominato "ATP2", secondo il progetto predisposto dalla Committenza, ai cui elaborati si rimanda per i dettagli. La morfologia dell'area è caratterizzata da terreni pianeggiati privi di evidenze geomorfologiche significative, almeno negli immediati intorni, e risulta inserita in classe 2a (fattibilità con modeste limitazioni per potenziale presenza di terreni dotati di mediocri/scadenti caratteristiche geotecniche negli orizzonti più superficiali), ed in classe 3c di fattibilità geologica (fattibilità con consistenti limitazioni per potenziale vulnerabilità dell'acquifero), nella Carta di fattibilità Geologica del vigente PGT, redatta nel 2009 (ed aggiornata relativamente alla ridelimitazione della fascia di rispetto del pozzo idrico di Via Milano) da Geol. Pedrali

Relativamente agli aspetti di vulnerabilità dell'acquifero, in relazione alla tipologia dell'intervento proposto, le cui acque reflue saranno conferite alla fognatura comunale, l'intervento risulta pienamente compatibile e non in grado di apportare significative alterazioni rispetto alle condizioni attuali. Per quanto riguarda gli aspetti geotecnici le indagini hanno restituito valori di resistenza dinamica all'avanzamento compatibili con la presenza di un livello di alterazione superficiale a composizione limosa argillosa con ciottoli di spessore e compreso tra 1,80 e 2,00 m (ad eccezione della porzione occidentale del Lotto, indicativamente tra le prove SCPT n° 11 e n° 13, dove il livello superficiale scadente si spinge fino a 2,40 - 2,60 m da p.c.), dotato di mediocri caratteristiche geotecniche; oltre tale livello compaiono orizzonti in cui i termini ghiaiosi più grossolani aumentano progressivamente con la profondità fino a determinare il rifiuto all'avanzamento.

Le verifiche geotecniche eseguite adottando **l'Approccio 2 - Combinazione Unica** hanno fornito i seguenti esiti:

### Fondazioni a plinti

Fondazioni	Sigma massima a compressione SLU - Qultima (K/cm <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione massima esercizio Ed (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di sicurezza	Verifica geotecnica	Cedimenti totali (mm)
Travi rovesce B = 1 m Posa a - 2 m da p.c.	6,77	3,76	1,80	> 2,30	Verificata	< 20 mm

**Nel dimensionamento esecutivo delle fondazioni si raccomanda di adottare in ogni caso, a deciso favore di sicurezza, un valore di Tensione Massima di Esercizio Ed non superiore a Ed = 1,80 Kg/cm<sup>2</sup>; le fondazioni dovranno essere posate in ogni punto entro il livello ghiaioso ben addensato presente indicativamente a partire dalla quota di circa - 2,00 m da p.c. (ad eccezione delle aree ad ovest del lotto, indicativamente in zona SCPT da 11 a 13, dove le fondazioni dovranno essere approfondite almeno fino a 2,40 - 2,60 m da p.c. oppure si dovrà procedere ad un miglioramento geotecnico del sottofondo). Sarà cura della DL verificare la quota di imposta delle fondazioni in fase di scavo non esitando, se il caso, ad approfondire il piano di posa per raggiungere il livello ghiaioso o procedere ad una bonifica geotecnica del sottofondo. Comunque, in fase di scavo, la DL dovrà porre la massima cura al fine di escludere la presenza di cavità/sacche colmate con materiale geotecnicamente scadente al di sotto del piano di posa, che in tal caso andranno adeguatamente bonificate.**

Nella verifica dei cedimenti totali, considerando fondazioni con carichi di esercizio indicati, i valori dei cedimenti totali risultano inferiori a 20 mm.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche SCPT non è stata riscontrato la presenza di falda; lo studio geologico di PGT e le misure effettuate con freatimetro entro i piezometri installato nel foro di sondaggio S1 del 2020 ed S1 del 2021 indicano la presenza di acqua a profondità di circa - 5 m da p.c. Qualora siano previste strutture interrato che possano interferire con il livello di falda e/o con eventuali sue risalite capillari, si raccomanda di mettere in atto tutti gli interventi necessari alla loro impermeabilizzazione per evitare che anomale oscillazioni positive del livello di falda possano interferire con le fondazioni e/o con eventuali strutture interrato determinando fenomeni di infiltrazione e/o risalite capillari nelle murature.

Bergamo, 18 Febbraio 2021



Dott. Geol. Norberto Invernici  
N. Iscriz. O.G.L. 990