

COMUNE DI ALESSANDRIA

PROVINCIA DI ALESSANDRIA



Area oggetto
di intervento

IL PROGETTISTA:

PROPONENTE:



ESA STUDIO S.R.L.

Galleria Guerici
15121 - ALESSANDRIA



Ethos Engineering s.r.l.

Via San Giacomo della Vittoria n.64
15121 - ALESSANDRIA



DOMUS ING&ARCH s.r.l.

Via Pastrengo 1/c
24068 - SERIATE

Gruppo Pam S.p.A.

Via del Commercio 27,
30038 - SPINEA (VE)

TITOLO DELL'OPERA:

P.E.C. QUARTIERE EUROPA POLO LOGISTICO

**PROGETTO DEFINITIVO
OPERE DI URBANIZZAZIONE**

OGGETTO ELABORATO:

Relazione geologica-idrogeologica

COMMESSA	FASE	ARG.	PROGR.	REV	NOME FILE	SCALA	DATA
LOG_AL	PEC	GE	005	01	LOG_AL_PEC_GE_005_01	-	27/04/2022

STUDIO DI GEOLOGIA DOTT. CAVALLI ANDREA

Via Raffaello n.9 – 15048 Valenza (AL)

Mail: andrea.cavalli@geologiacavalli.it

Tel.0131950552 - Cell.3397226825 – 3474415525 FAX:0131952227

PIVA: 02258680061 CF: CVLNDR67D04A1820

www.geologiacavalli.it

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ALESSANDRIA

COMUNE DI ALESSANDRIA

OGGETTO

***INTERVENTO DI SVILUPPO PER LA COSTRUZIONE DI UN
EDIFICIO DESTINATO AD ATTIVITA' LOGISTICA/DEPOSITO
IN ALESSANDRIA***

TERRENI DI PROPRIETA'

SOC. CI CIEFFE SRL

RELAZIONE GEOLOGICA

CAPITOLO 1.0

Premessa

A corredo degli atti di progetto inerenti al progetto di “INTERVENTO DI SVILUPPO PER LA COSTRUZIONE DI UN EDIFICIO DESTINATO AD ATTIVITA’ LOGISTICA/DEPOSITO IN ALESSANDRIA. TERRENI DI PROPRIETA’ DELLA SOC. CI CIEFFE SRL nel Comune di Alessandria, la Soc. *ETHOS ENGINEERING S.r.l.* ha conferito allo scrivente l’incarico di elaborare la relazione geologica al fine di caratterizzare le peculiarità litologiche e litotecniche del sottosuolo, in ossequio al D.M. 17 gennaio 2018 N.T.C. (Norme Tecniche delle Costruzioni) e Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G.C.

L’area oggetto di indagine è ubicata a Sud Est del concentrico di Alessandria, ed interessa un vasto appezzamento di terreno a morfologia pianeggiante ad una quota media variabile da 91.00 a 91.60 m.s.l.m., ed occupa una superficie areale coperta di oltre 95 Ha circa. Tale area confina ad Est con la tangenziale (SP 30), ad Ovest con Via San Giovanni Bosco, a Nord verso Corso Giuseppe Romita, a Sud con la nuova centrale di teleriscaldamento Egea.

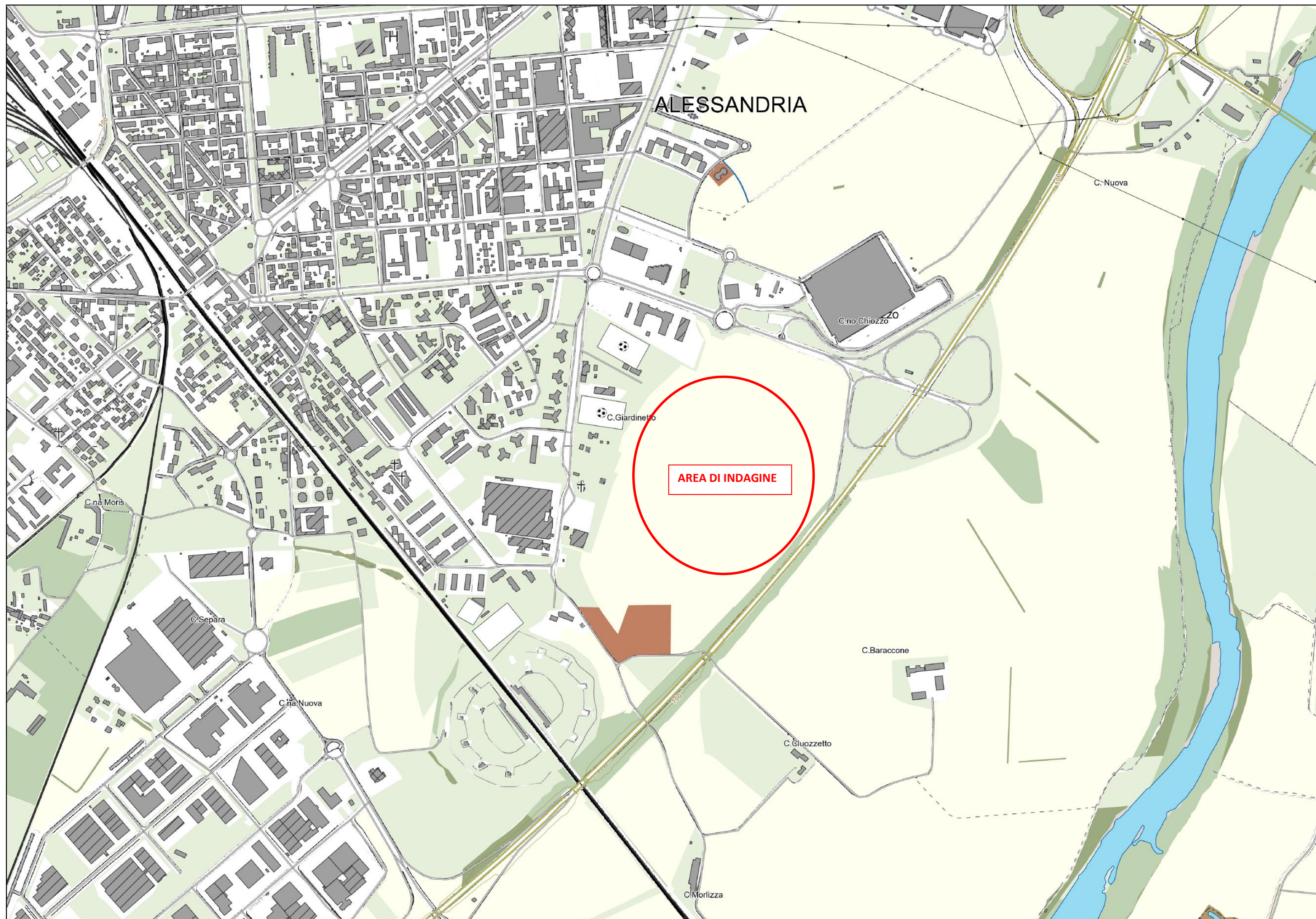
L’indagine si è articolata mediante l’esecuzione di un rilievo geologico della zona e di un vasto intorno significativo al fine di individuare le peculiarità geomorfologiche dell’area ed è proseguita mediante l’esecuzione delle seguenti indagini geognostiche concordate con la D.L.

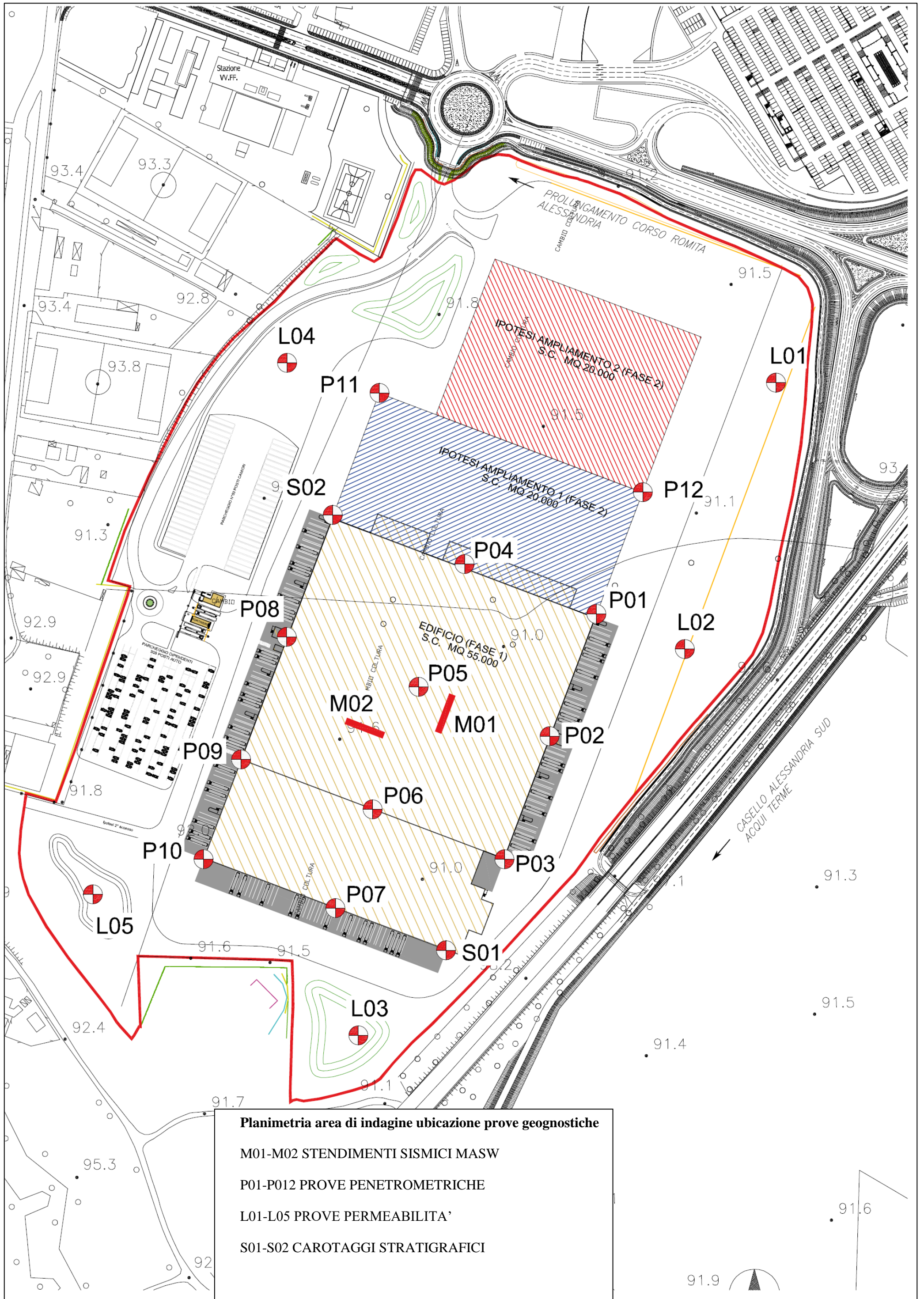
1) **Esecuzione di n.12 prove penetrometriche** dinamiche/statiche utilizzando un penetrometro statico-dinamico super pesante PAGANI TG 630-100 KN spinte ad una profondità d’indagine di variabile da 10 a 15 metri dal piano campagna fino a rifiuto all’avanzamento delle aste del penetrometro.

2) **Esecuzione di n.2 prospezioni sismiche MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la caratterizzazione dei parametri sismici del terreno come richiesto dalla Normativa (Vsequivalente e categoria di terreno).

3) **Esecuzione di n.5 prove di permeabilità in foro**, in zone circostanti l’area di edificazione in progetto, entro i primi 3 metri, per la misura della permeabilità delle argille e limi sabbiosi superficiali ed il top dello strato ghiaioso, utilizzando la sonda penetrometrica PAGANI TG 63-100 KN attrezzata di aste elicoidali.

4) **Esecuzione di n.2 carotaggi stratigrafici** continui spinti ad una profondità di 15 metri dal piano campagna, di cui uno attrezzato di piezometri in PVC a tubo aperto (diam 3”). Esecuzione di N.4 prove SPT (Standard Penetration Test) in ogni foro di sondaggio foro per acquisizione parametri geotecnici. Esecuzione di N.2 prove di permeabilità in foro a carico variabile a quote comprese tra -7 e -15 metri dal p.c.





CAPITOLO 2.0

Lineamenti geologici ed idrogeologici del sito

Per quanto riguarda gli aspetti geologici, sottostante la coltre il suolo agrario e la alterazione superficiale, nell'area affiorano terreni appartenenti alla formazione geologica conosciuta con il nome di *“Alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale a Sud del Po, attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali ed in parte al Fluviale Recente”* (Foglio n.70 Alessandria della Carta Geologica d'Italia).

Trattasi di depositi lasciati durante l'Olocene inferiore (nelle fasi interglaciali) dai corsi d'acqua che scendevano con direzione Nord verso il centro della pianura alessandrina, formando estese conoidi di sedimenti prevalentemente fini su depositi più antichi anch'essi di origine fluviale ed aventi uno spessore di circa 20 m, successivamente erosi dagli attuali corsi d'acqua (Fiume Bormida in sponda orografica sinistra), i quali a loro volta hanno depositato altri sedimenti più recenti.

Nell'area oggetto d'indagine fino ad una profondità media di 3/4 metri circa dal piano campagna la successione stratigrafica locale è costituita terreni a granulometria fine a composizione prevalentemente sabbiosa-limosa, a cui seguono fino ad una profondità di 15 metri circa dal p.c. sabbie e sabbie ghiaiose e ghiaie con intercalazioni lentiformi di limi ed argille sabbiose caratterizzanti la parte sommitale della formazione geologica affiorante, mentre più in profondità seguono successioni di ghiaie e sabbie a granulometria più grossolana con intercalazioni lentiformi di limi argillosi ed argille tipiche di sequenze alluvionali pleistoceniche.

La falda freatica è alimentata in parte dalle acque d'infiltrazione di superficie ed in parte dalle acque di sub-alveo del fiume Bormida in sponda orografica sinistra ed essa è contenuta nelle sabbie e ghiaie sovrastanti le lenti argillose e limose che la separano dalla seconda falda in pressione presente ad una profondità di 33.50 metri dal p.c.

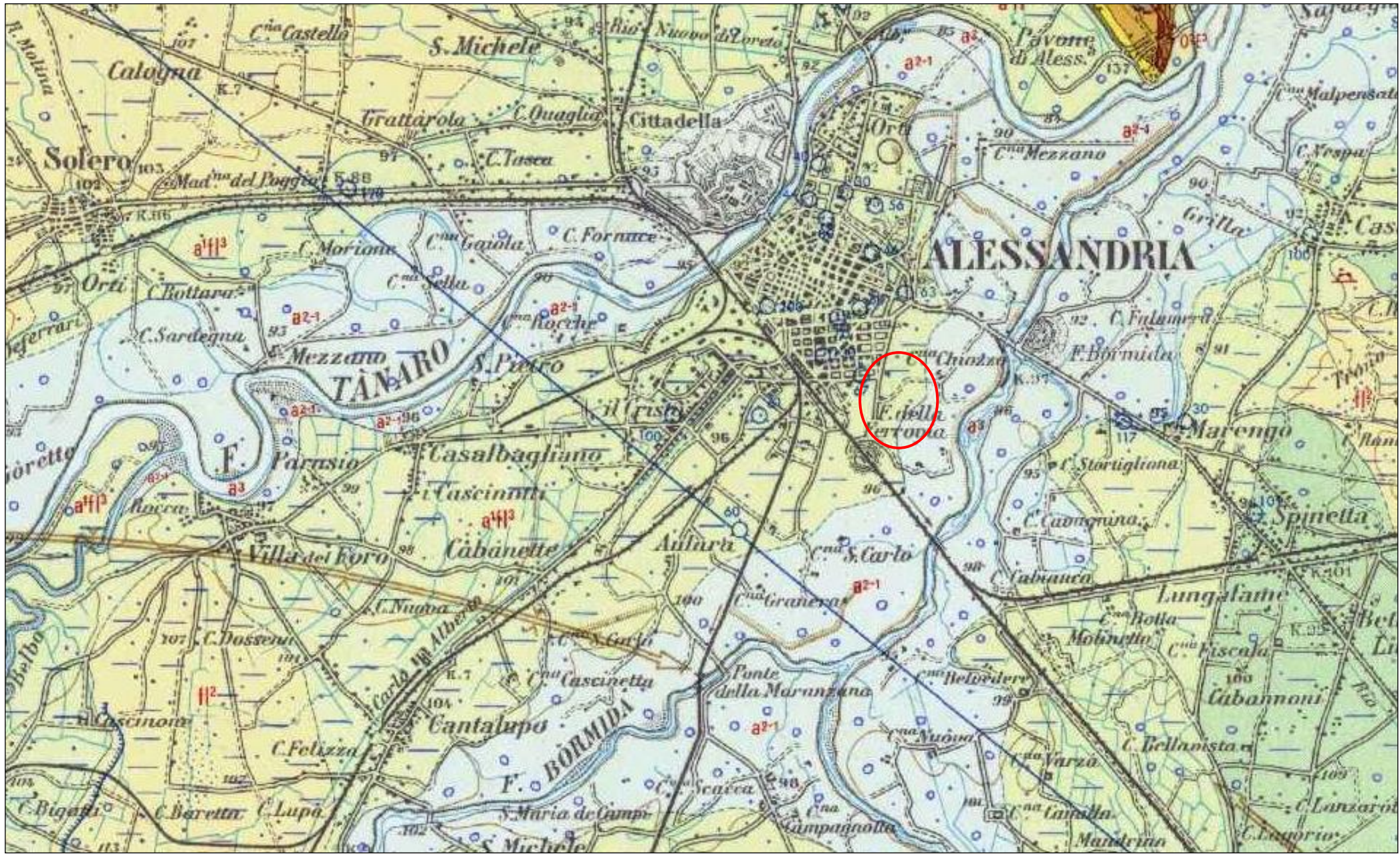
Tali falde risultano separate dalla falda freatica da livelli di argille impermeabili, come riscontrato dalle stratigrafie dei pozzi della zona. La Carta dell'Acquifero Superficiale (D.D. n.900 del 3/12/2012 – Regione Piemonte) segnala in questa parte della città la base dell'acquifero alla quota di 60 m.s.l.m., ovvero la base dell'acquifero si trova ad una quota media di 31,50 metri circa dal piano campagna.

La superficie libera della falda freatica si pone ad una quota media di -6,00/-7,00 metri dal piano campagna ed essa risulta soggetta ad escursioni stagionali. La Carta relativa alle isopiezometriche elaborata dalla Regione Piemonte (Geoportale ARPA) di cui allo stralcio allegato, individua la falda superficiale alla quota media di 85 m.s.l.m.

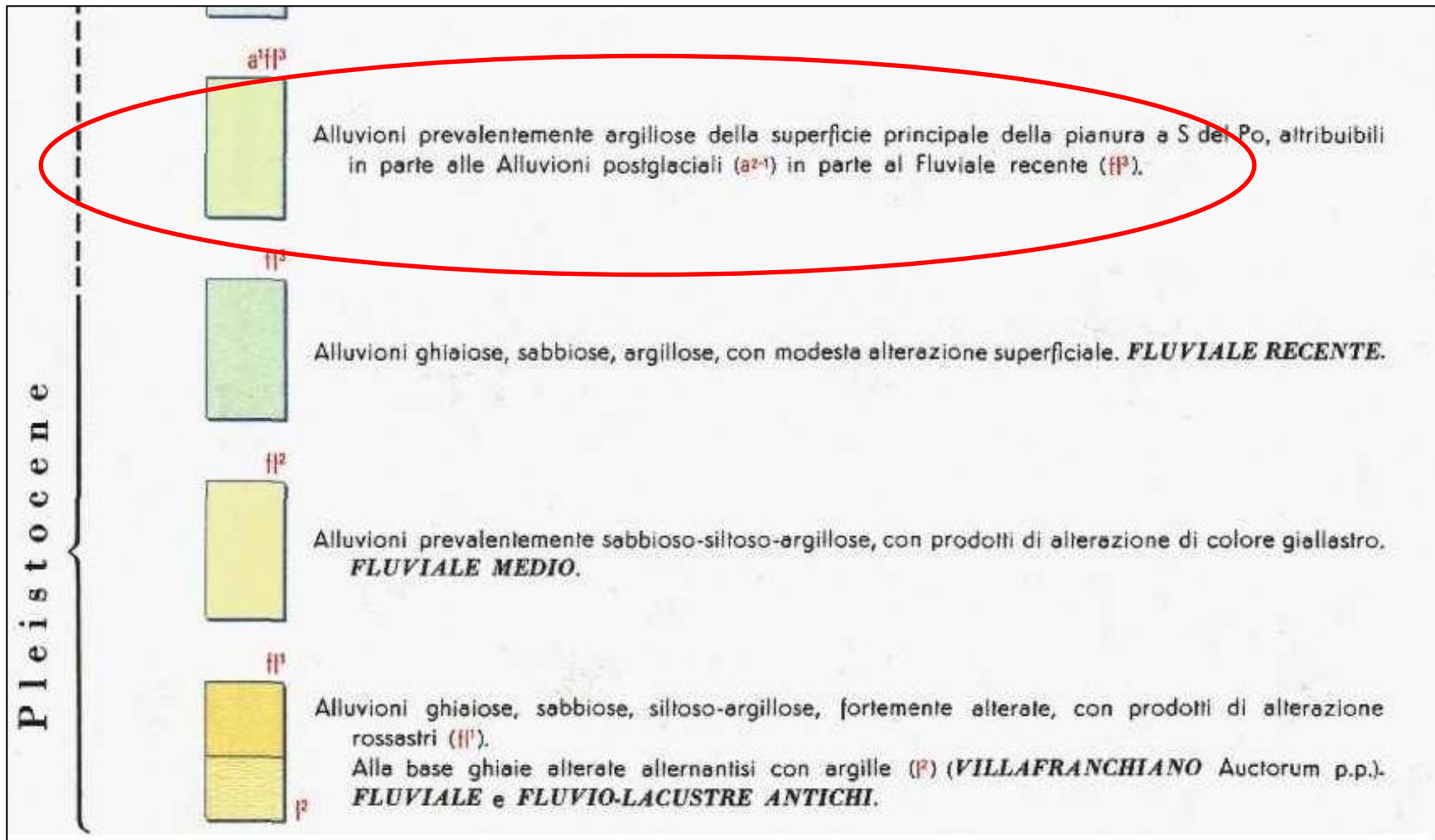
Alla data del mese di maggio e giugno 2021 nel piezometro del carotaggio stratigrafico (S02) presso l'area oggetto d'indagine, è stata riscontrata acqua di falda alla quota di -7,00 metri dal p.c.

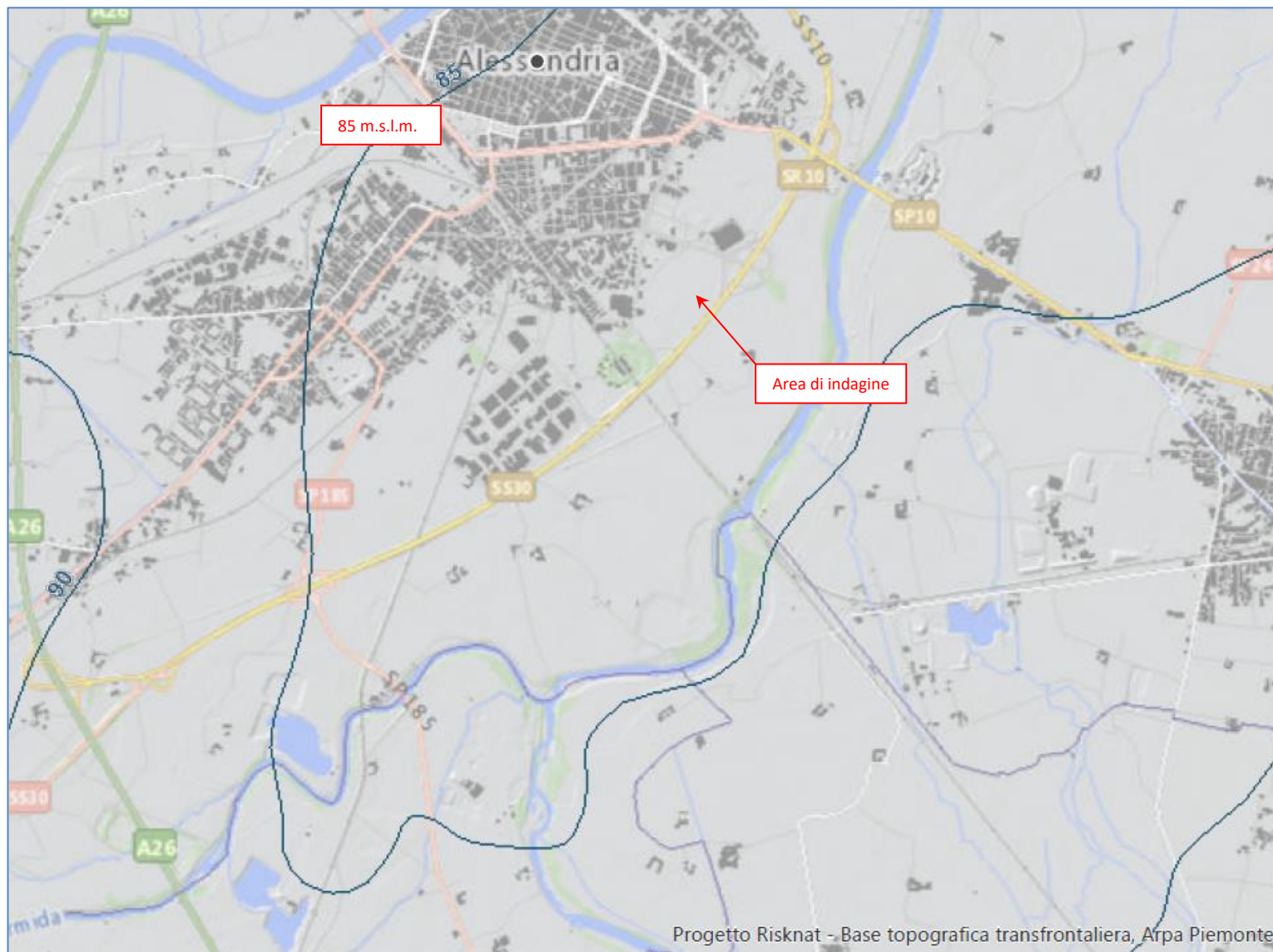


Misura freaticometrica piezometro carotaggio S02



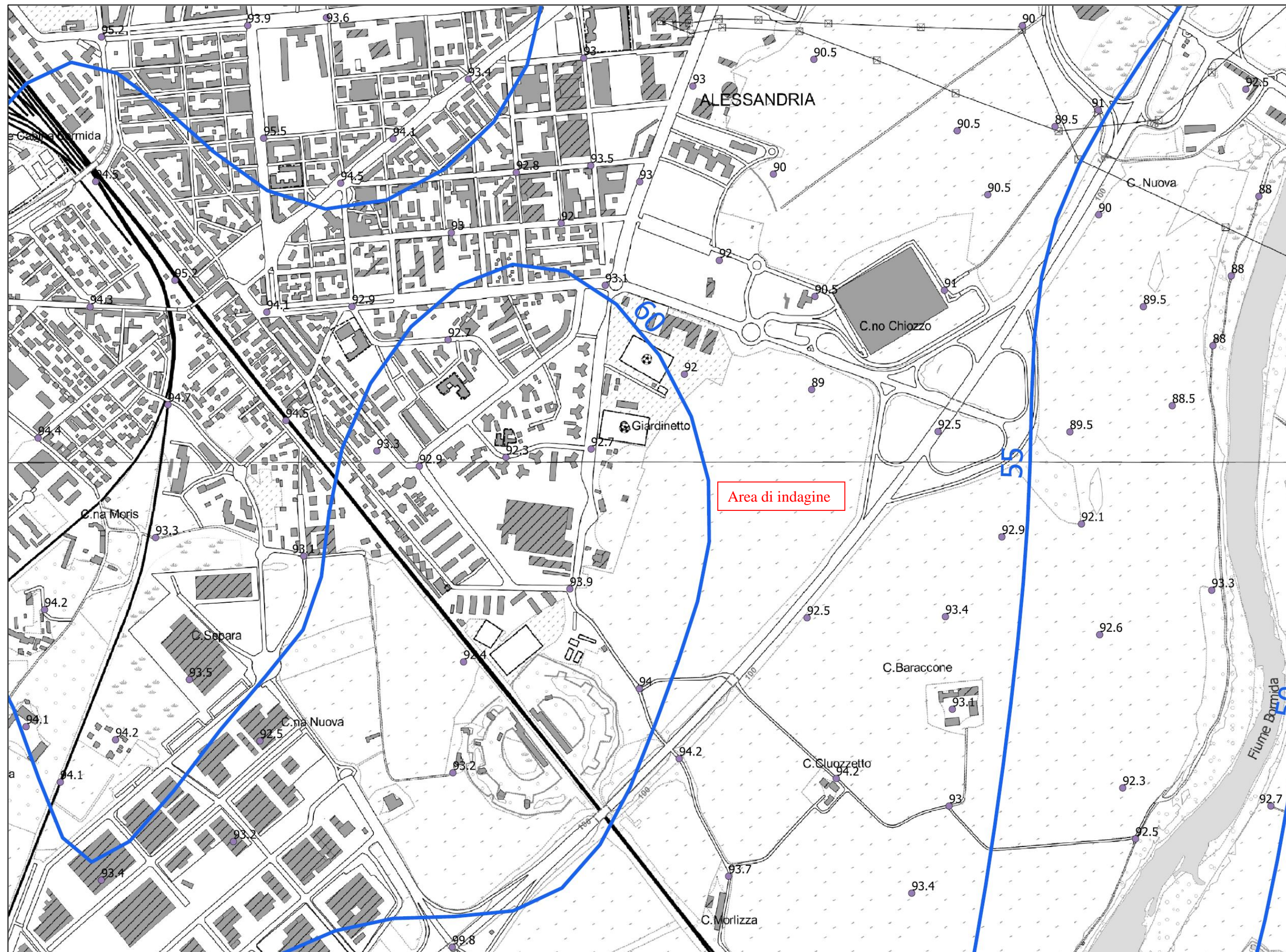
Stralcio Carta Geologica d'Italia in scala 1.100000 Foglio N.70 Alessandria





Stralcio carta isopiezometriche acquifero superficiale

(Isolinee m.s.l.m.)



CAPITOLO 3.0

Pericolosità sismica del sito

Per il Piemonte, l'elenco delle zone sismiche è stato in un primo momento aggiornato con la DGR n. 11-13058 del 19/01/2010, successivamente con la DGR n. 65-7656 del 21/05/2014 e per ultimo la DGR 30 dicembre 2019, n. 6-887 OPCM 3519/2006 (Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656).

Tale ultima normativa delibera:

“di approvare in sostituzione di quella approvata dalla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656, l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, allegata al presente atto quale sua parte integrante e sostanziale, che si compone di: i. Allegato 1 - Mappa di pericolosità sismica del territorio regionale per valori medi di PGA, per un periodo di ritorno di 475 anni, espressi in termini di massima componente in termini di massima componente orizzontale, (ag con probabilità di superamento del 10% in 50 anni), derivante dall'analisi di pericolosità condotta dal DISTAV dell'UNIGE; ii. Allegato 2 - Mappa di zonazione sismica del territorio della Regione Piemonte iii. Allegato 3 - Elenco dei Comuni sismici”.

L'area oggetto d'indagine è classificata in ZONA SISMICA 3.

La magnitudo (M) dell'area d'indagine ottenuta con il processo di disaggregazione desunto dal sito internet dell'INGV (Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia) relativa agli eventi sismici attesi per il **Comune di Alessandria** con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, è risultata pari a 5.00.

Il contributo percentuale maggiore alla pericolosità è dato dalla coppia M-R (Magnitudo-Distanza epicentrale).

In questo caso:

M = 4.5-5.0 (15.10%)

R = 10-20 Km.

Seppure il valore medio M sia pari a 4.94, si assume M=5 limite superiore di Magnitudo alla coppia di valori di M-R che OFFRE il contributo maggiore alla pericolosità: in questo caso il valore medio di magnitudo pari a 4,94 risulta poco cautelativo, quindi si assume M = 5.

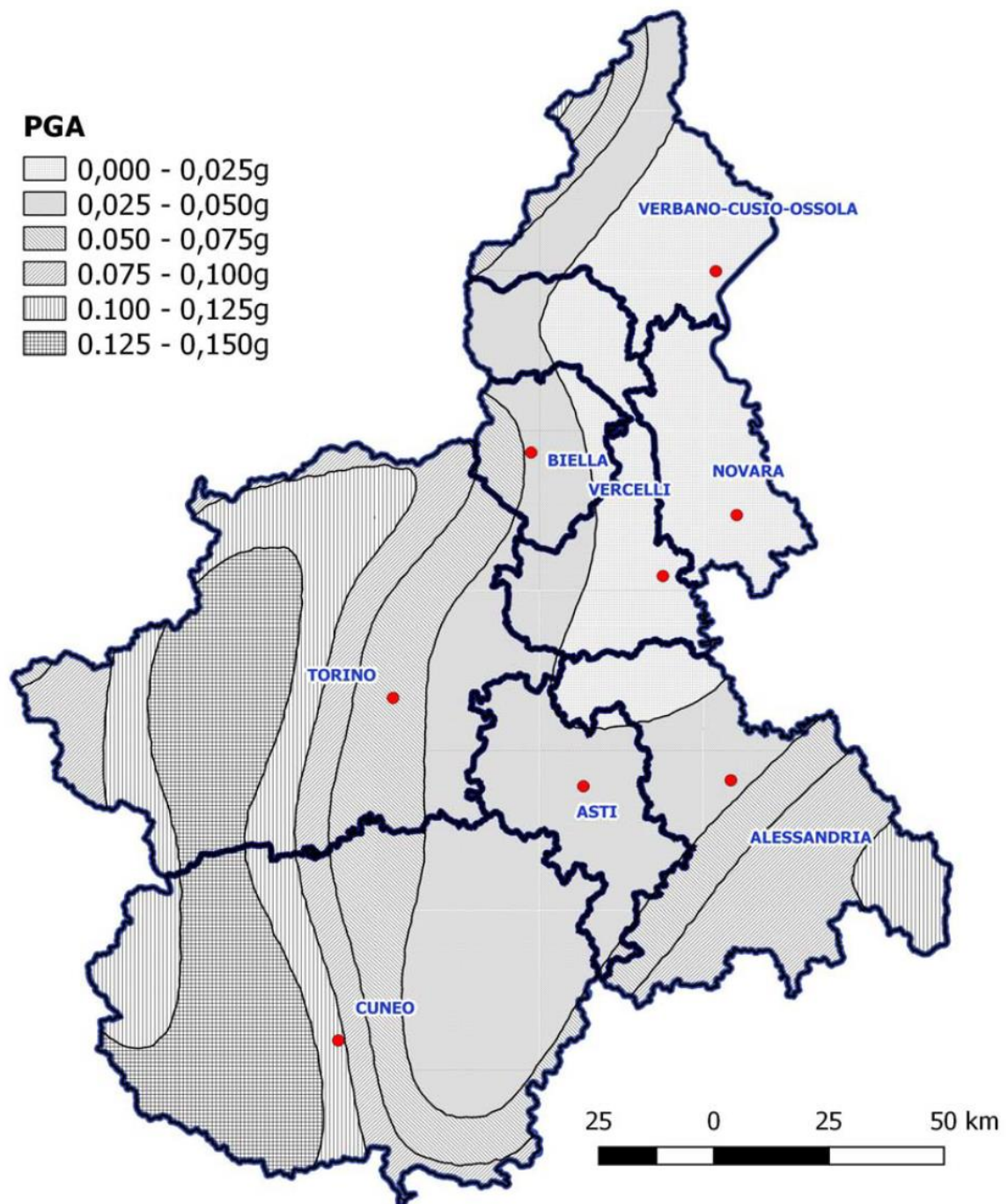
In base alle prove sismiche MASW effettuate nell'area oggetto d'indagine, i terreni appartengono alla **Categoria B**.

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

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

ALLEGATO 1**MAPPA DI PERICOLOSITA' SISMICA**

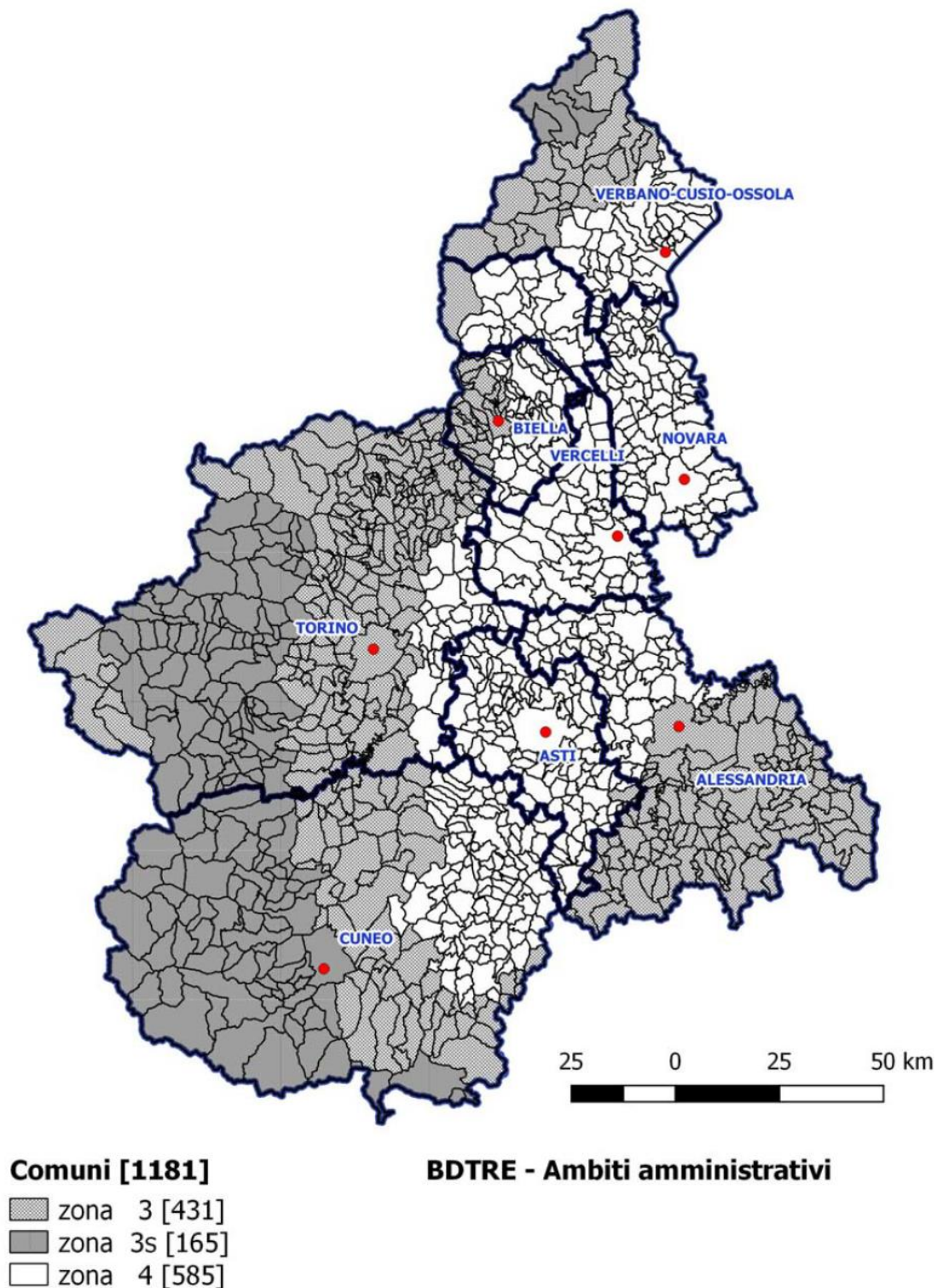
*DISTAV- Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita
Università degli Studi di Genova*

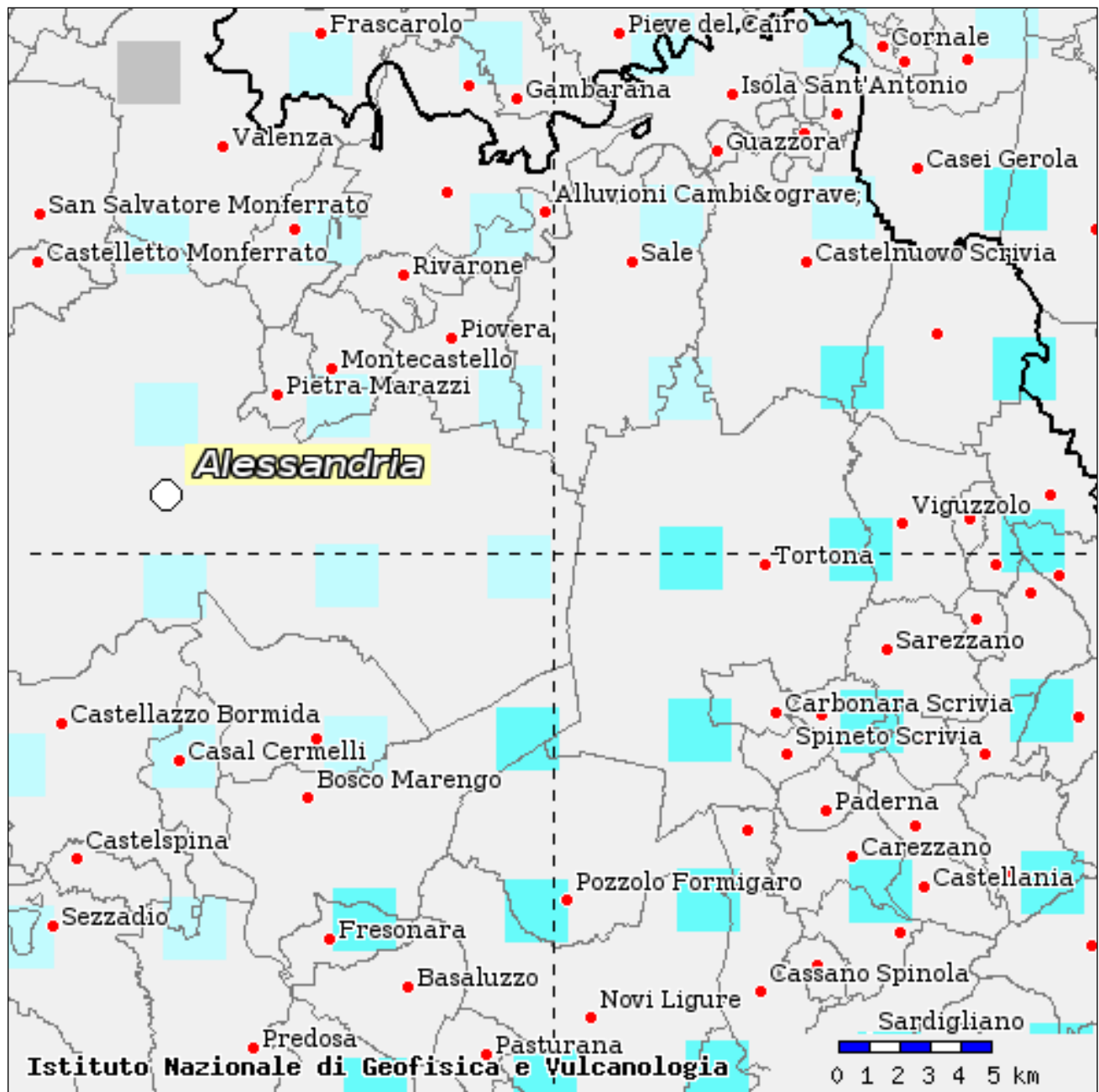


ALLEGATO 2

MAPPA DI ZONAZIONE SISMICA

La mappa è aggiornata alla situazione amministrativa esistente alla data del 6 febbraio 2019





40-50	0.000	1.060	2.880	2.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.296	1.270	1.330	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.020	0.509	0.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.129	0.389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.020	0.301	0.258	0.256	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.031	0.536	0.725	0.629	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.031	0.642	1.080	0.918	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.002	0.450	1.060	1.010	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.264	0.972	1.070	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.122	0.786	0.996	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.040	0.577	0.801	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.002	0.165	0.214	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084	0.130	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.097	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.072	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.052	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.940	40.100	1.230

CAPITOLO 4.1

Prove sismiche MASW (M01-M02)

Alla data del mese di maggio 2021 in corrispondenza dell'area oggetto d'indagine sono state effettuate n.2 prospezioni sismiche MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), al fine di determinare velocità delle onde sismiche di taglio $V_{\text{Sequivalente}}$ da cui ricavare la categoria di suolo in riferimento al D.M. 17-01-2018 (Norme Tecniche delle Costruzioni).

L'indagine MASW consiste nella registrazione delle onde superficiali di Rayleigh o delle onde superficiali di Love; l'analisi della dispersione di tali onde, e delle sue componenti, permette di ricostruire le V_r (velocità delle onde di Rayleigh) e gli spessori dei materiali presenti in profondità. La correlazione tra V_r e V_s è espressa secondo la formula: $V_s = V_r \cdot 1.1$. Il valore di V_{s30} è il valore medio ponderato della V_s nei primi trenta metri di profondità.

Per lo stendimento sismico sono stati utilizzati n.12 geofoni verticali a 4,5 Hz infissi nel terreno, con distanza intergeofonica di 2,00 m per una lunghezza totale di 24,00 metri, mentre come energizzazione è stata utilizzata una mazza battente di 8 Kg. L'impatto è stato effettuato ad una distanza di 4,0 metri dal primo geofono.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione o modellazione diretta per ottenere il profilo delle V_s .

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

Di seguito sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sotto forma di stratificazione V_s . Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio G in Mega-Pascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

Il parametro $V_{\text{Sequivalente}}$ è stato calcolato utilizzando la stratigrafia V_s e la formula

$$H(30)$$

$$V_{\text{Sequivalente}} = \frac{H(30)}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

$$\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di N strati presenti nei 30,00 m metri.

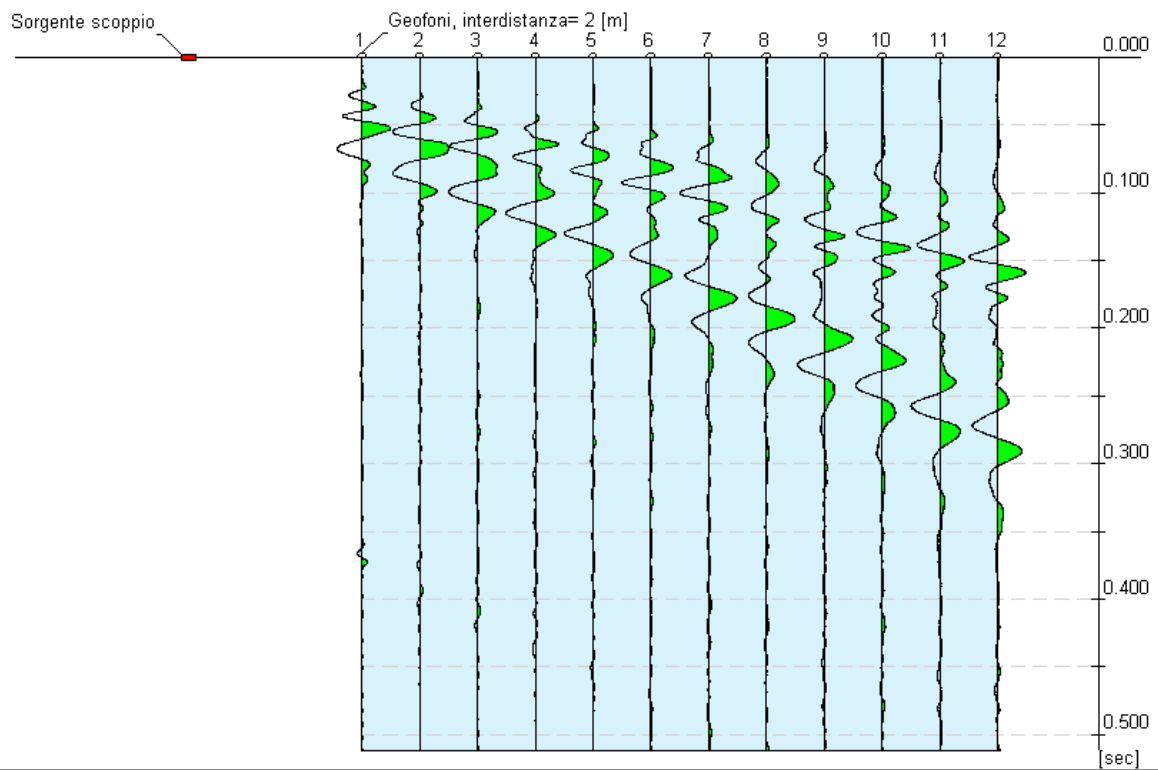


Stendimento prova sismica MASW 1

Tracce MASW 1

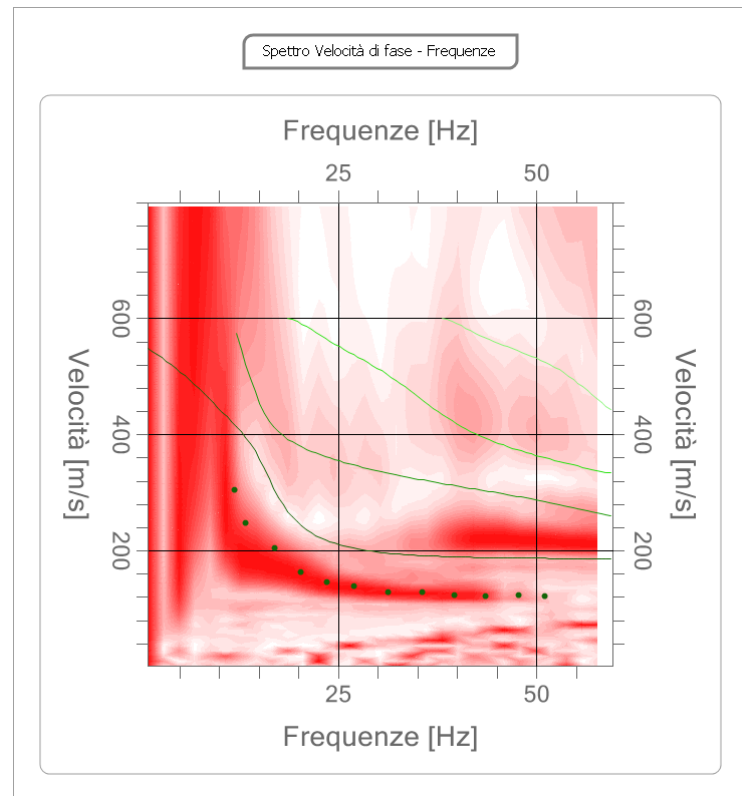
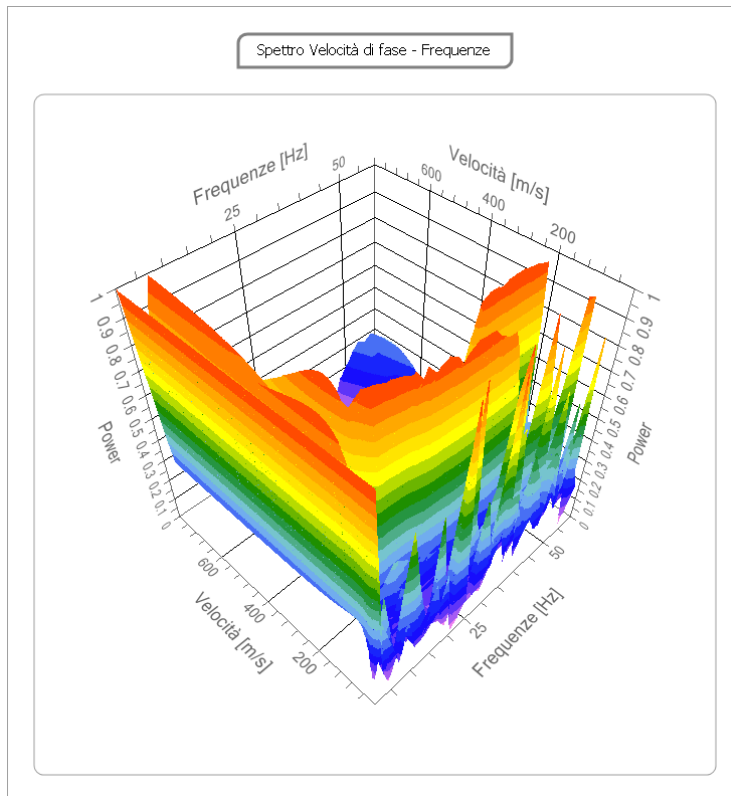
N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	512.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.125

Operatore: STUDIO CAVALLI ANDREA
 Responsabile: ANDREA CAVALLI
 Data: 07/05/2021



Analisi spettrale MASW 1

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Inversione

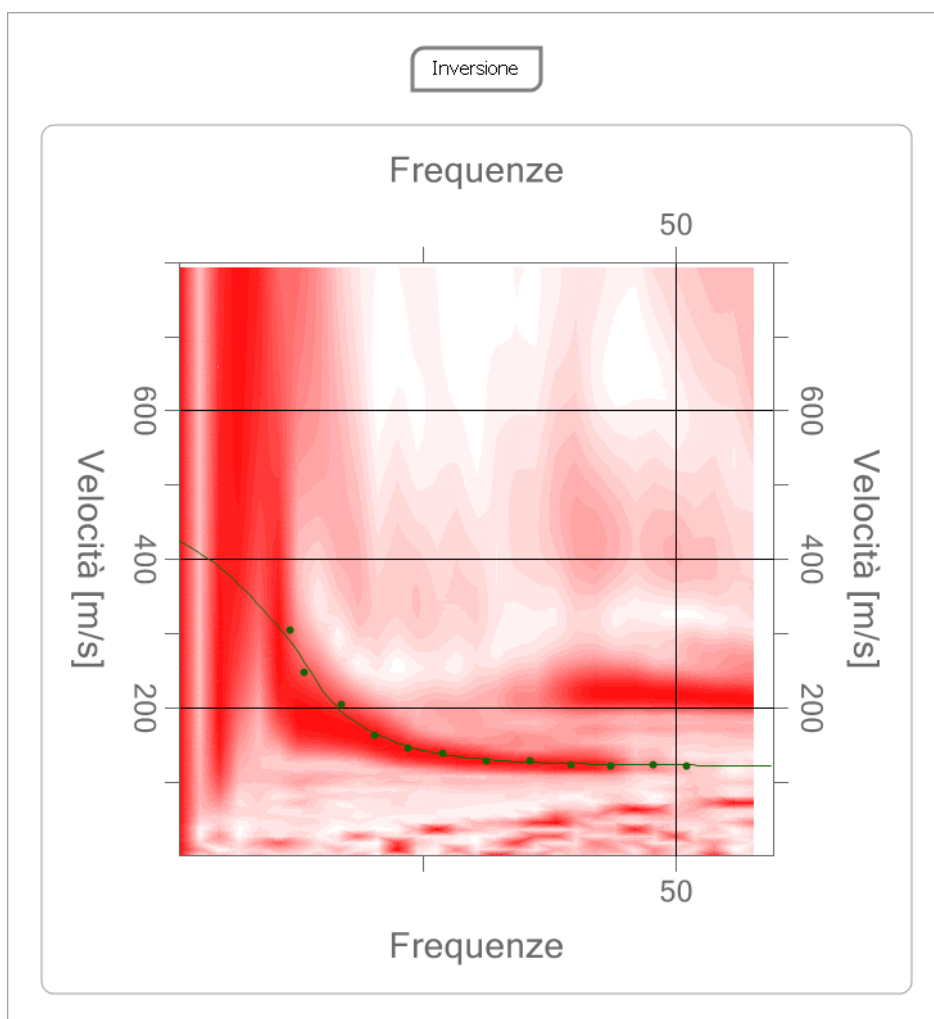
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vip [m/sec]	Vs [m/sec]
1	strato	2.49	2.49	1800.0	0.3	No	245.6	131.3
2	strato	6.49	4.00	1800.0	0.3	No	439.5	234.9
3	strato	oo	oo	1800.0	0.3	No	870.5	465.3

Percentuale di errore

0.162 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.028



Risultati prova sismica MASW 1

Profondità piano di posa [m]	0.00		
Vs_equiv [m/sec]	401,32		
Categoria del suolo	B		

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coeffi ciente Poisso n	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	2.49	2.49	131.28	245.61	1800.00	0.40	31.02	108.58	67.22	80.66
2	6.49	4.00	234.91	439.47	1800.00	0.30	99.33	347.64	215.21	258.25
3	oo	oo	465.29	870.47	1800.00	0.30	389.69	1363.90	844.32	1013.18

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

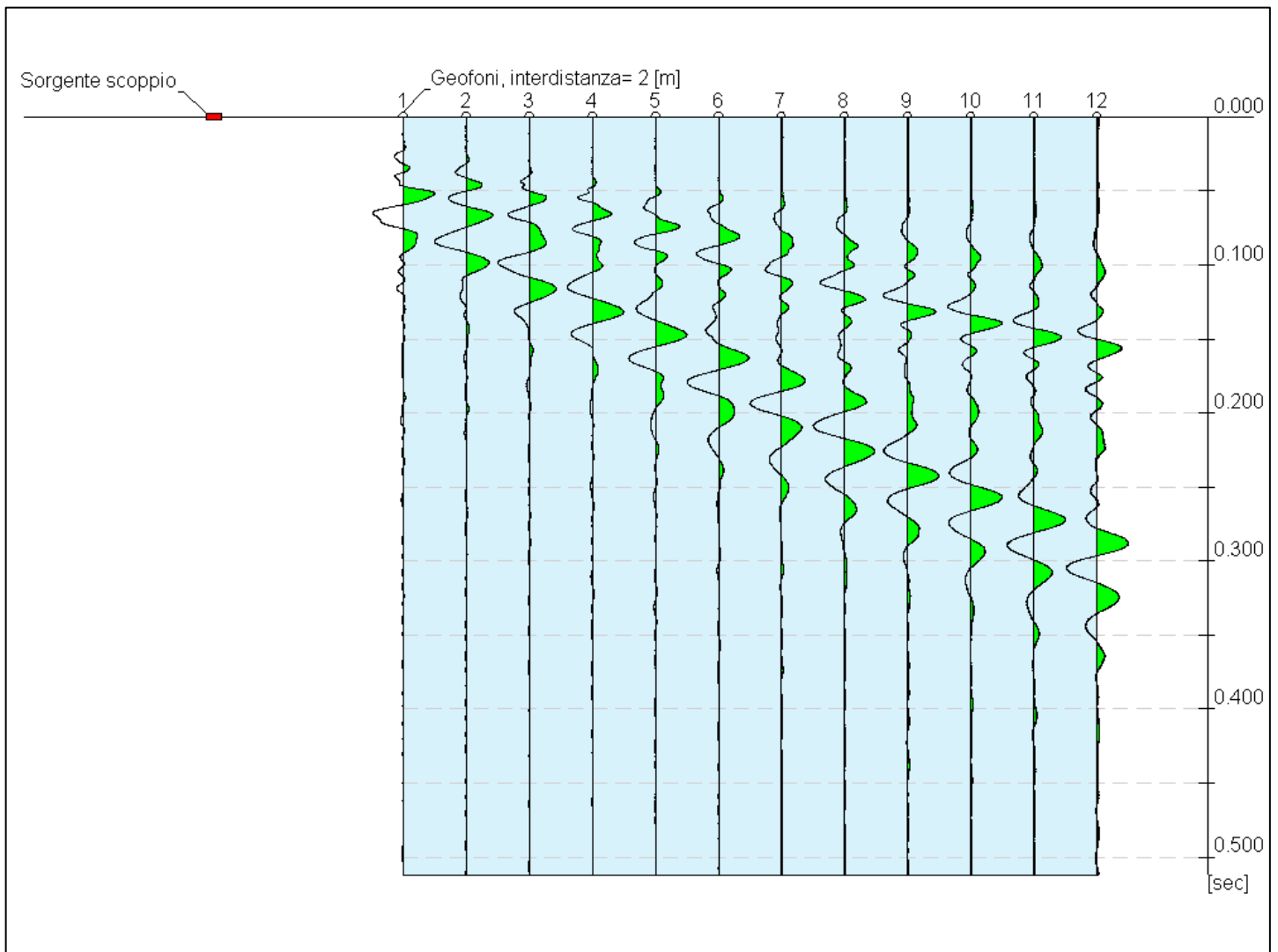
Ey: Modulo di Young;



Stendimento prova sismica MASW 2

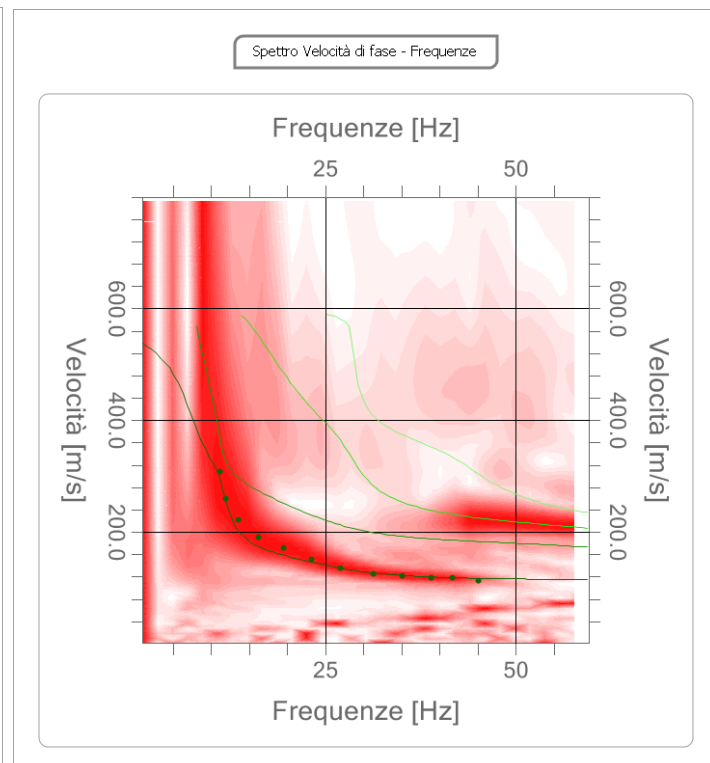
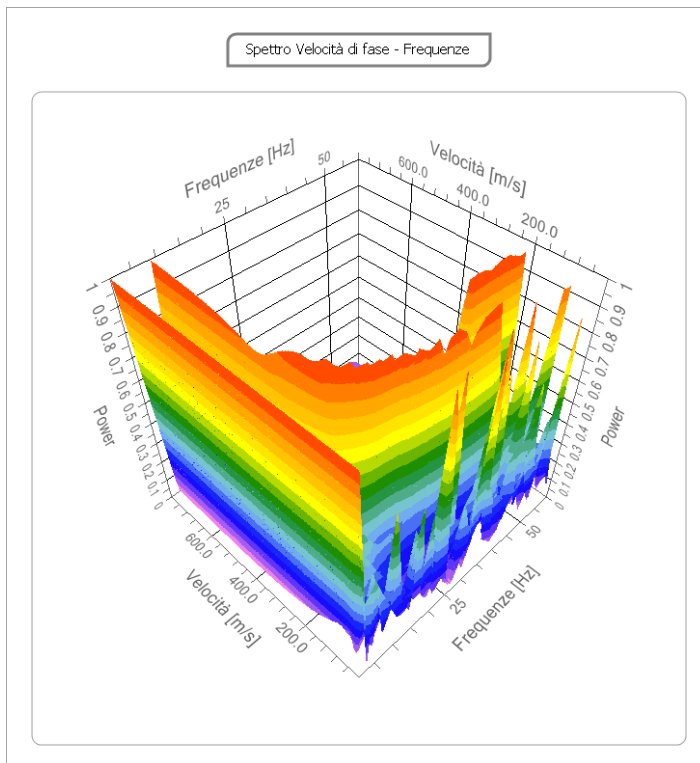
Tracce MASW 2

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	512.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.125



Analisi spettrale MASW 2

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Inversione

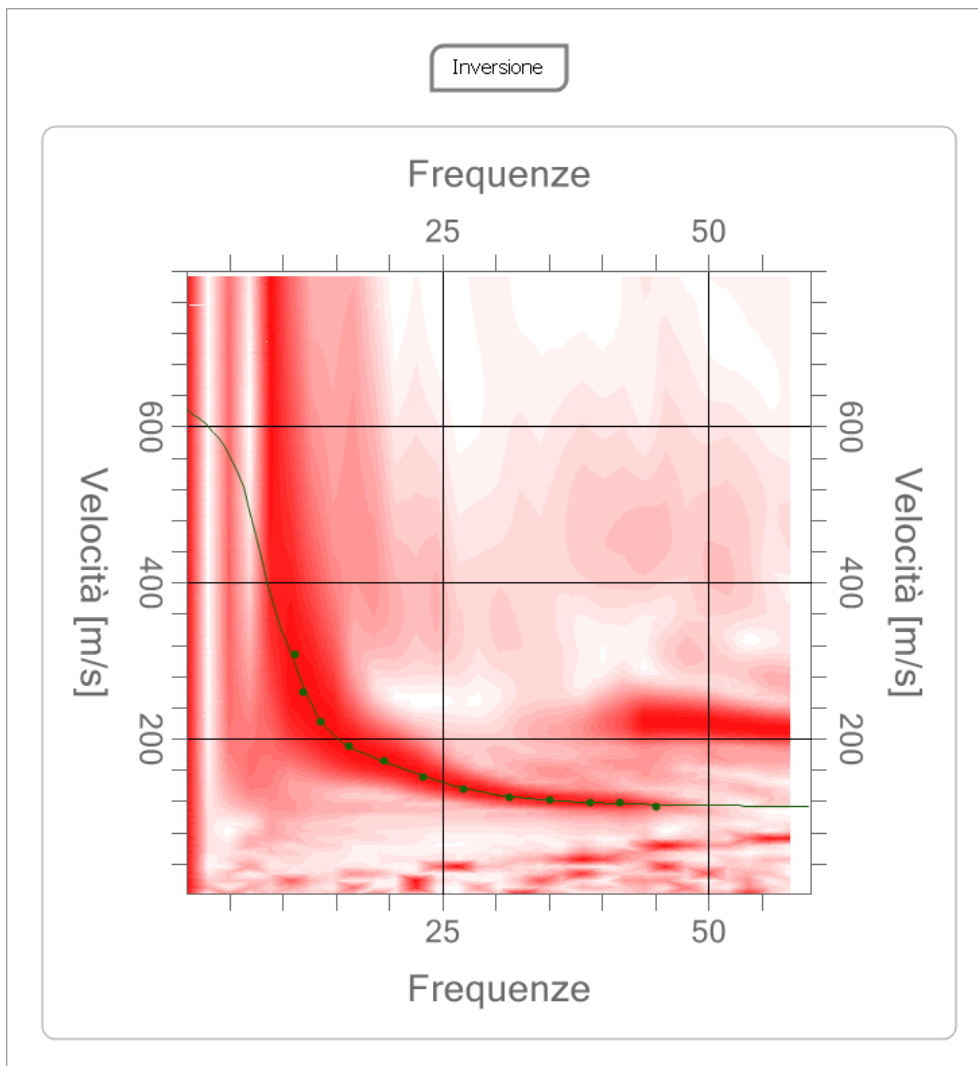
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		2.03	2.03	1800.0	0.3	No	227.2	121.4
2		7.02	4.99	1800.0	0.2	No	368.7	225.8
3		oo	oo	1800.0	0.3	No	1272.2	680.0

Percentuale di errore

0.077 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.019



Risultati MASW 2

Profondità piano di posa [m]	0.00	
Vs-equiv [m/sec]	410.93	
Categoria del suolo	B	

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coeffi ciente Poisso n	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]
1	2.03	2.03	121.42	227.16	1800.00	0.40	26.54	92.88	57.50	69.00
2	7.02	4.99	225.79	368.71	1800.00	0.20	91.77	244.71	122.35	220.24
3	oo	oo	580.00	1072.16	1800.00	0.30	432.32	1713.12	943.36	1064.03

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii/fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,899463

longitudine: 8,630455

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 14694 Lat: 44,8859 Lon: 8,6227 Distanza: 1625,837

Sito 2 ID: 14695 Lat: 44,8887 Lon: 8,6932 Distanza: 5085,018

Sito 3 ID: 14473 Lat: 44,9387 Lon: 8,6892 Distanza: 6353,240

Sito 4 ID: 14472 Lat: 44,9358 Lon: 8,6187 Distanza: 4147,124

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,019 g

Fo: 2,529

Tc*: 0,161 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,025 g

Fo: 2,529

Tc*: 0,196 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,060 g

Fo: 2,552

Tc*: 0,277 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,079 g

Fo: 2,546

Tc*: 0,282 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200

Cc: 1,590

St: 1,000

Kh: 0,004

Kv: 0,002

Amax: 0,219

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
 Cc: 1,520
 St: 1,000
 Kh: 0,006
 Kv: 0,003
 Amax: 0,291
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,420
St: 1,000
Kh: 0,014
Kv: 0,007
Amax: 0,709
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,200
 Cc: 1,420
 St: 1,000
 Kh: 0,019
 Kv: 0,009
 Amax: 0,926
 Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 44.898509

longitudine: 8.629394

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

H_{falda} = 7

a_{max}/g = 0,072

R = 10

Mw = 5



STRATIGRAFIA TERRENO

S_{TOT.} N.C.

PRIMO STRATO

H_1 = 2,49

Parametri		Parametri calcolati	
H_1	= 2,49	γ_{H_2O}	= 1,00
γ	= 1,8	σ_{vo}	= 0,45
V_s	= 131,28	$\sigma_{vo'}$	= 0,45
V_{s1c}	= 215	P.neutra	= 0,00
S_1	= 2,49	r_d	= 0,98
FC	= 2	K_C	= 0,75
V_{s1}	= 160,45		

SECONDO STRATO

H_2 = 6,49

Parametri		Parametri calcolati	
H_2	= 6,49	γ_{H_2O}	= 1,00
γ	= 1,8	σ_{vo}	= 1,17
V_s	= 234,91	$\sigma_{vo'}$	= 1,17
V_{s1c}	= 215	P.neutra	= 0,00
S_2	= 4	r_d	= 0,95
FC	= 2	K_C	= 1,05
V_{s1}	= 225,96		

TERZO STRATO

H_3 = 30

Parametri		Parametri calcolati	
H_3	= 30	γ_{H_2O}	= 1,00
γ	= 1,8	σ_{vo}	= 5,40
V_s	= 465,29	$\sigma_{vo'}$	= 3,10
V_{s1c}	= 215	P.neutra	= 2,30
S_3	= 23,51	r_d	= 0,38
FC	= 2	K_C	= 1,63
V_{s1}	= 350,66		

TEORIE DI CALCOLO

[ANDRUS E STOKOE \(2000\)](#)

Committente: SOC CI CIEFFE SRL

Riferimento: FABBRICATI LOGISTICI IN PROGETTO

Località: ALESSANDRIA

Prov.: AL

Oggetto: Verifica liquefazione terreni fondali

MENU PRINCIPALE

ANALISI
METODO

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove sismiche)

Metodo di Andrus e Stokoe (2000)



RISULTATI:

FORMULE:

$V_{s1} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$				1° Strato	2° Strato	3° Strato
		Spessore		2,49	4	23,51
		V_{s1}		160,447	225,955	350,658
$CRR = 0,022 \cdot \left(\frac{K_c \cdot V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{2,8}{(V_{s1C} - K_c \cdot V_{s1})} - \frac{2,8}{V_{s1C}}$			CRR	0,048	-0,014	0,699
$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$		Mw = 5	CSR	0,012	0,012	0,008
r_d				0,98	0,95	0,38
1	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	F_s	3,851	-1,127	83,446
				Assenza di Falda	Assenza di Falda	Verificato
1,25	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	$F_s (NTC08)$	3,851	-1,127	83,446
				Assenza di Falda	Assenza di Falda	Verificato
RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al., 1978)				Nullo		
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [P _L (%)]				0,00	0,00	0,00
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)				Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta

Committente: SOC CI CIEFFE SRL

Riferimento: FABBRICATI LOGISTICI IN PROGETTO

Località: ALESSANDRIA

Oggetto: Verifica liquefazione terreni fondali

Prov.: AL

STRATIGRAFIA 3

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

H_{falda} = 7

a_{max}/g = 0,072

R = 10
Mw = 5



TEORIE DI CALCOLO

[ANDRUS E STOKOE \(2000\)](#)

STRATIGRAFIA TERRENO

S_{TOT.}

N.C.

PRIMO STRATO			H_1	=	2,03
Parametri			Parametri calcolati		
H_1	=	2,03	γ_{H_2O}	=	1,00
γ	=	1,8	σ_{vo}	=	0,37
V_s	=	121,42	$\sigma_{vo'}$	=	0,37
V_{s1C}	=	215	P.neutra	=	0,00
S_1	=	2,03	r_d	=	0,98
FC	=	2	K_C	=	0,73
V_{s1}	=	156,17			

SECONDO STRATO			H_2	=	7,02
Parametri			Parametri calcolati		
H_2	=	7,02	γ_{H_2O}	=	1,00
γ	=	1,8	σ_{vo}	=	1,26
V_s	=	225,79	$\sigma_{vo'}$	=	1,26
V_{s1C}	=	215	P.neutra	=	0,00
S_2	=	4,99	r_d	=	0,95
FC	=	2	K_C	=	0,99
V_{s1}	=	213,05			

TERZO STRATO			H_3	=	30
Parametri			Parametri calcolati		
H_3	=	30	γ_{H_2O}	=	1,00
γ	=	1,8	σ_{vo}	=	5,40
V_s	=	580	$\sigma_{vo'}$	=	3,10
V_{s1C}	=	215	P.neutra	=	2,30
S_3	=	22,98	r_d	=	0,38
FC	=	2	K_C	=	2,03
V_{s1}	=	437,11			

Committente: SOC CI CIEFFE SRL

Riferimento: FABBRICATI LOGISTICI IN PROGETTO

Località: ALESSANDRIA Prov.: AL

Oggetto: Verifica liquefazione terreni fondali

MENU PRINCIPALE

ANALISI
METODO

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove sismiche)

Metodo di Andrus e Stokoe (2000)



FORMULE:

RISULTATI:

		1° Strato	2° Strato	3° Strato
Spessore		2,03	4,99	22,98
$V_{s1} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$		V_{s1}	156,170	213,046
$CRR = 0,022 \cdot \left(\frac{K_c \cdot V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{2,8}{(V_{s1C} - K_c \cdot V_{s1})} - \frac{2,8}{V_{s1C}}$		CRR	0,043	0,805
$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$		Mw = 5 CSR	0,012	0,008
r_d		0,98	0,95	0,38
1	$F_s = CRR/CSR$	Mw = 5 F_s	3,432	66,962
			Assenza di Falda	Verificato
1,25	$F_s = CRR/CSR$	Mw = 5 F_s	3,432	66,962
			Assenza di Falda	Verificato
RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al., 1978)		Nulla		
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [P_L (%)]		0,00	0,00	0,00
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)		Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta

Committente: SOC CI CIEFFE SRL
Riferimento: FABBRICATI LOGISTICI IN PROGETTO
Località: ALESSANDRIA **Prov.:** AL
Oggetto: Verifica liquefazione terreni fondali

STRATIGRAFIA 3

CAPITOLO 4.0

Prove penetrometriche (P01-P012)

Utilizzando un penetrometro super-pesante dinamico-statico PAGANI TG 63 da 100 KN tipo “EMILIA” conforme alle norme di misurazione AGI (Associazione Geotecnica Italiana - 1977), con il quale si determinano i principali parametri geotecnici del terreno suddividendolo in strati omogenei ad ugual capacità di carico, alla data mese di MAGGIO 2021, in corrispondenza dell’area oggetto di intervento, sono state effettuate n.12 prove penetrometriche (di cui n.8 prove dinamiche e n. 4 prove statiche mediante punta meccanica BEGEMANN).

Attraverso i dati di campagna ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche, mediante apposito programma di calcolo, sono stati ricavati relativamente ad ogni strato di terreno: il peso specifico del terreno (γ), il peso specifico del terreno sotto-falda (γ'), la pressione litostatica ($\Sigma'V$) e la resistenza al taglio in condizioni non drenate (C_u) delle argille sabbiose, l’angolo di attrito interno (ϕ), il coefficiente di compressibilità di volume (M_v), il modulo di reazione orizzontale (K_{orizz}), il coefficiente di permeabilità ($Perm$).

1) Peso specifico naturale ed efficace (γ): il peso specifico indicativo per ogni strato è stato calcolato, partendo dal valore R_p medio di ogni strato ed applicando relazioni ottenute sperimentalmente sui litotipi della pianura veneta (valori statistici) pubblicati nel “Corso di perfezionamento in Geotecnica A. A. 82-83 Università di Padova. Noto il peso specifico del terreno naturale (γ) per il terreno sottofalda (γ'), è stata applicata la seguente relazione: $\gamma' = (\gamma - 1)$.

2) Pressione litostatica efficace ($\Sigma'V$): il calcolo della pressione litostatica efficace ($\Sigma'V$) è stato ottenuto in modo automatico applicando la seguente relazione:

$$\Sigma'V = \sum \gamma' \cdot h_{i,m} + \sum \gamma \cdot h_{i,m}$$

riferendosi alla pressione relativa al punto medio di ogni strato essendo $h_{i,m}$ le quote relative a tale punto;

3) Coesione non drenata (C_u): per quanto riguarda i terreni coerenti, caratterizzati da un valore di resistenza al taglio espressi in termini di angolo di attrito interno (ϕ) pari a zero, è stata adottata la relazione di De Beer (da Castelli Guidi – geotecnica e tecnica delle fondazioni 1° Hoepli Milano 1987 – e Righi – di geotecnica “Istituto di Strade Università di Bologna” 1980):

Argille $C_u = R_p/20$

Limi $C_u = R_p/20;$

4) Angolo di attrito interno (ϕ): la determinazione dell'angolo di attrito interno (ϕ) dei terreni incoerenti, aventi parametri di resistenza al taglio espressi per valori di coesione non drenata (C_u) pari a zero e costituiti quindi da specifici valori di ϕ , è stata impiegata una metodologia proposta da Durgunoglu e Mitchell (1975) rappresentata dal diagramma di "Gambini": manuale dei piloti – SCAC (Milano).

Da tale diagramma è stata ricavata un'equazione in funzione di R_p e ϕ

$$\Sigma'V: \phi = \phi(R_p; (\Sigma'V))$$

5) Coefficiente di compressibilità di volume (M_v): è stata impiegata la relazione derivata dalle correlazioni di Buisman e riprese da Sanglerat ed altri, che collega il parametro al valore R_p della resistenza alla punta: $M_v = 1/(\alpha \cdot R_p)$. I valori di α che il programma di calcolo assegna in automatico derivano dalle seguenti pubblicazioni: Buisman – Grondmechanica – Bandoeng 1941 Sanglerat ed altri – Le pènetromètrè statique et la compressibilité des sols – A.I.T.B.T.P. n°298 Paris –1972;

6) Modulo di reazione orizzontale ($K_{orizz.}$) necessario per il calcolo dei cedimenti:

$$K_{orizz.} = Ch \times R_p / C_k \text{ (da manuale Geo-Tec A 2.0, Interstudio s.r.l., 1992)}$$

dove:

R_p = valore di resistenza statica alla punta Begemann ricavata da N30;

$$Ch = 0,2$$

$C_k = 1$ per terreni argillosi;

$C_k = 4$ per terreni sabbiosi e ghiaiosi;

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche

γ = peso di volume	$K_{orizz.}$ = moulo reaz. orizz.						
γ' = peso di volume	Φ = angolo attrito						
Σ = pressione litostatica	M_v = coefficiente di compressibilità di volume						
C_u = coesione non drenata	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)						
D_r = densità relativa (%)							

PROVA PENETROMETRICA P01

**EDIFICIO DESTINATO AD ATTIVITA' LOGISTICA/DEPOSITO IN ALESSANDRIA.
TERRENI DI PROPRIETA' DELLA SOC. CI CIEFFE SRL
PROVA PENETROMETRICA STATICA P1**

Data: 19 maggio 2021

Falda idrica: NON RISCONTRATA

penetrometro statico Pagani da 100 KN

punta meccanica Begemann - Rp = resistenza alla punta; FRICTION RI = resistenza manicotto laterale

spinta in infissione 10.000 kg

spinta in estrazione 11.000 Kg

sezione punta 10,00 cmq

Piano di posa del penetrometro: piano campagna

Rp - Kg/cm² - resistenza punta Begemann

Friction RI - Kg/cm² - resistenza laterale punta Begemann

Esecuzione prova: Dott. Cavalli Andrea

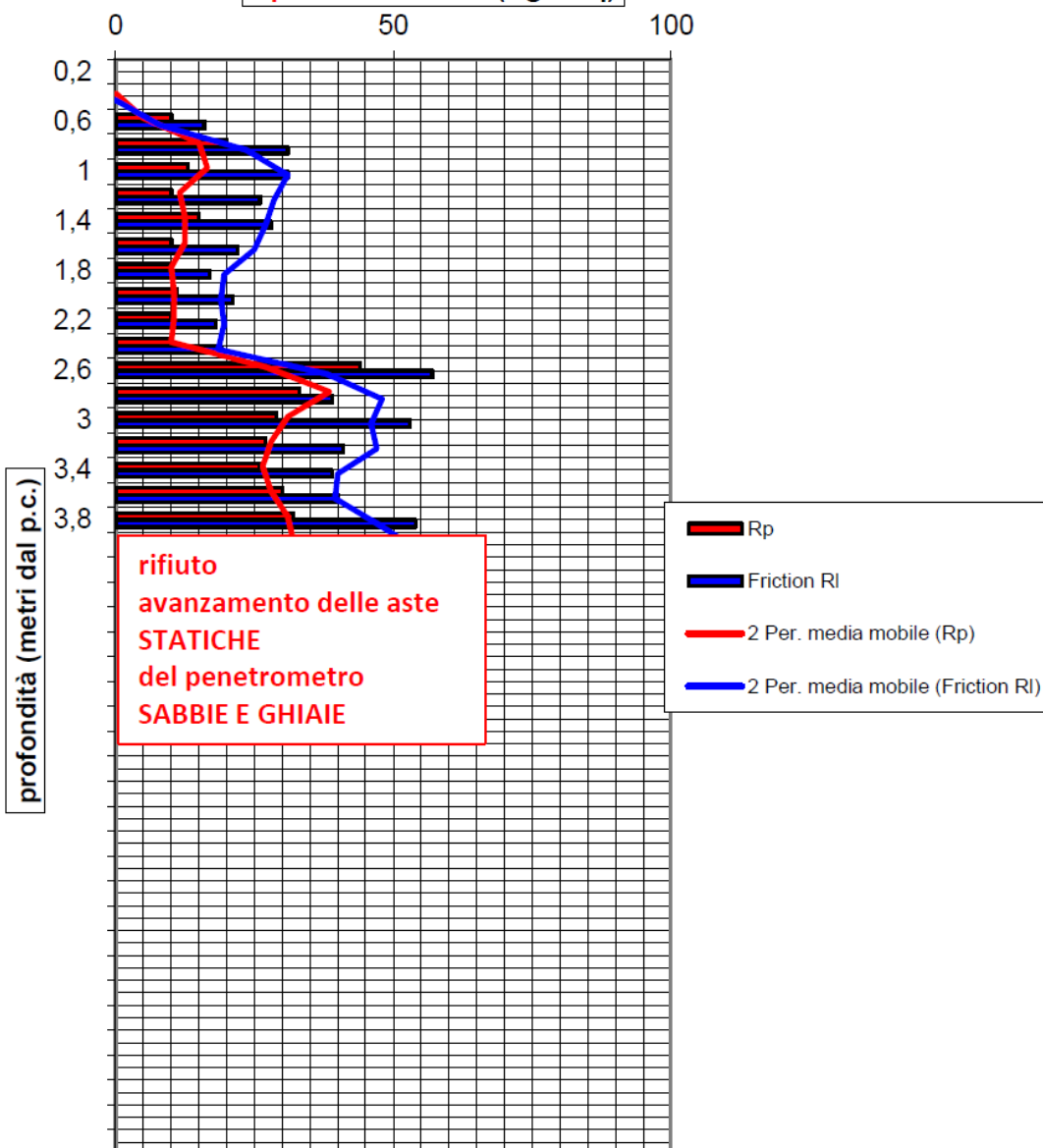
**PROVA
STATICA P1**

metri dal p.c.	Rp	Friction RI
0,2	0	0
0,4	0	0
0,6	10	16
0,8	20	31
1	13	31
1,2	10	26
1,4	15	28
1,6	10	22
1,8	10	17
2	11	21
2,2	10	18
2,4	10	19
2,6	44	57
2,8	33	39
3	29	53
3,2	27	41
3,4	26	39
3,6	30	40
3,8	32	54

rifiuto
avanzamento delle aste
STATICHE
del penetrometro
SABBIE E GHIAIE

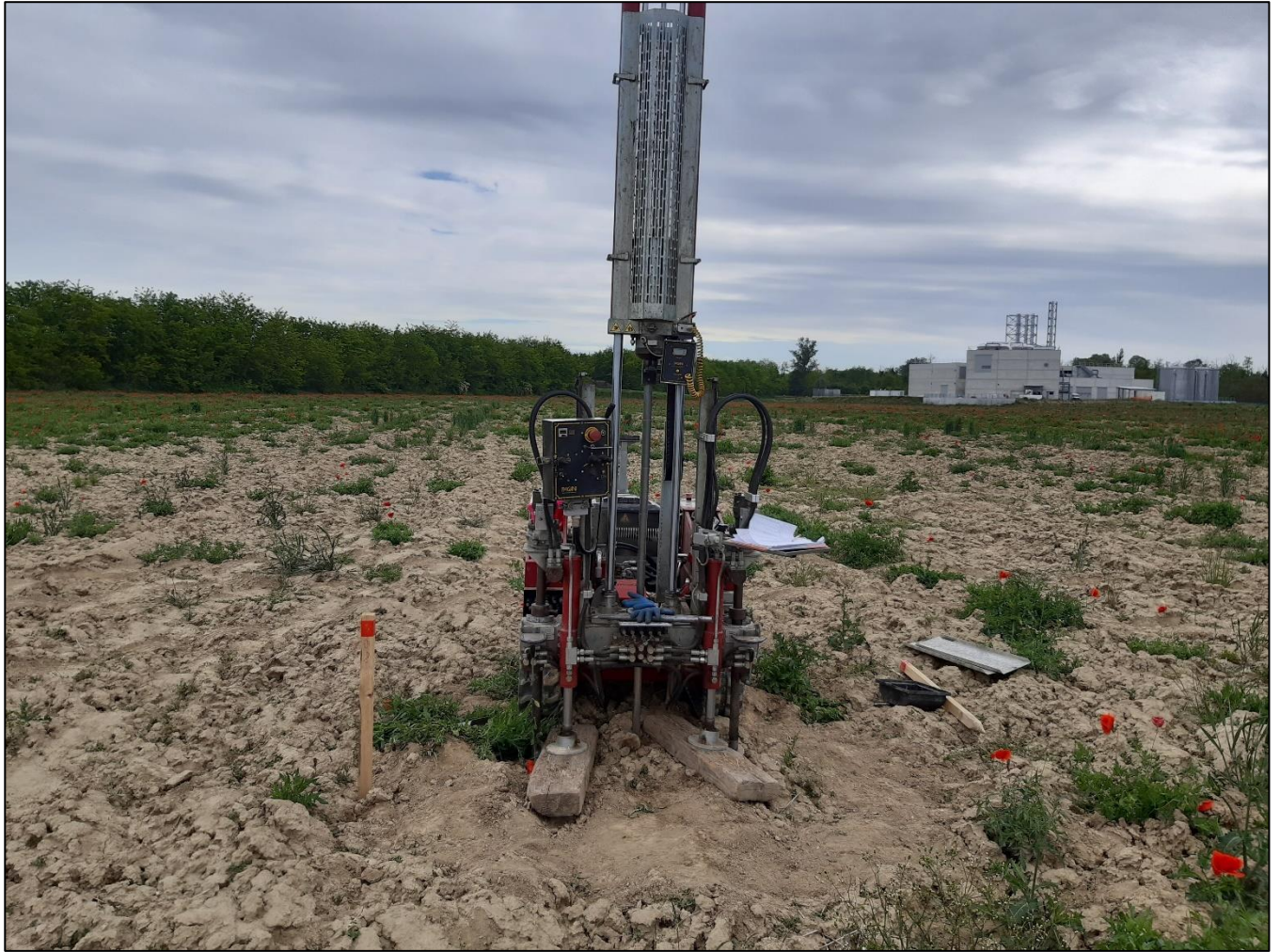
diagramma campagna prova statica P1

Rp - FRICTION RI (Kg/cm²)



rifiuto
avanzamento delle aste
STATICHE
del penetrometro
SABBIE E GHIAIE

COMUNE DI ALESSANDRIA												
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P1												
Data: 19 MAGGIO 2021												
prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K Winkle	Perm
metri	0,00	piano campagna	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm ^q /Kg	°	%	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm/sec
2,40		Limi argillosi e sabbiosi poco compatti	1779	1779	0,42	0,38	0,042	30	0	1,19	0,78	8,50E-05
3,80		Sabbie con rifiuto avanzamento aste prova statica	1500	1500	0,63	0,00	0,01583	33	36	2,10	> 5	5,93E-03

PROVA PENETROMETRICA P02

profondità (metri dal p.c.)

PROVA PENETROMETRICA P03

EDIFICIO DESTINATO AD ATTIVITA' LOGISTICA/DEPOSITO IN ALESSANDRIA

TERRENI DI PROPRIETA' DELLA SOC. CI CIEFFE SRL

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

PIANO DI POSA PENETROMETRO - PIANO CAMPAGNA

Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq

Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq

Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52

Data: 18 MAGGIO 2021

Falda idrica: -7,00 METRI DAL PIANO CAMPAGNA

PROVA DINAMICA
P3

diagramma prova penetrometrica
dinamica P3

numero colpi N20

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N20
0,2	1
0,4	2
0,6	2
0,8	2
1	2
1,2	2
1,4	3
1,6	3
1,8	3
2	3
2,2	3
2,4	2
2,6	1
2,8	3
3	9
3,2	13
3,4	8
3,6	8
3,8	6
4	8
4,2	5
4,4	14
4,6	18
4,8	22
5	17
5,2	15
5,4	18
5,6	23
5,8	17
6	16
6,2	11
6,4	7
6,6	9
6,8	11
7	10
7,2	18
7,4	36
7,6	37
7,8	16
8	30
8,2	29
8,4	23
8,6	18
8,8	13
9	30
9,2	29
9,4	23
9,6	18
9,8	13
10	19
10,2	20
10,4	15
10,6	15
10,8	15
11	16
11,2	12
11,4	14
11,6	14
11,8	19
12	19
12,2	16
12,4	20
12,6	20

12,8	19	
13	10	
13,2	21	
13,4	11	
13,6	7	
13,8	7	
14	13	
14,2	14	
14,4	12	
14,6	18	
14,8	8	
15	30	

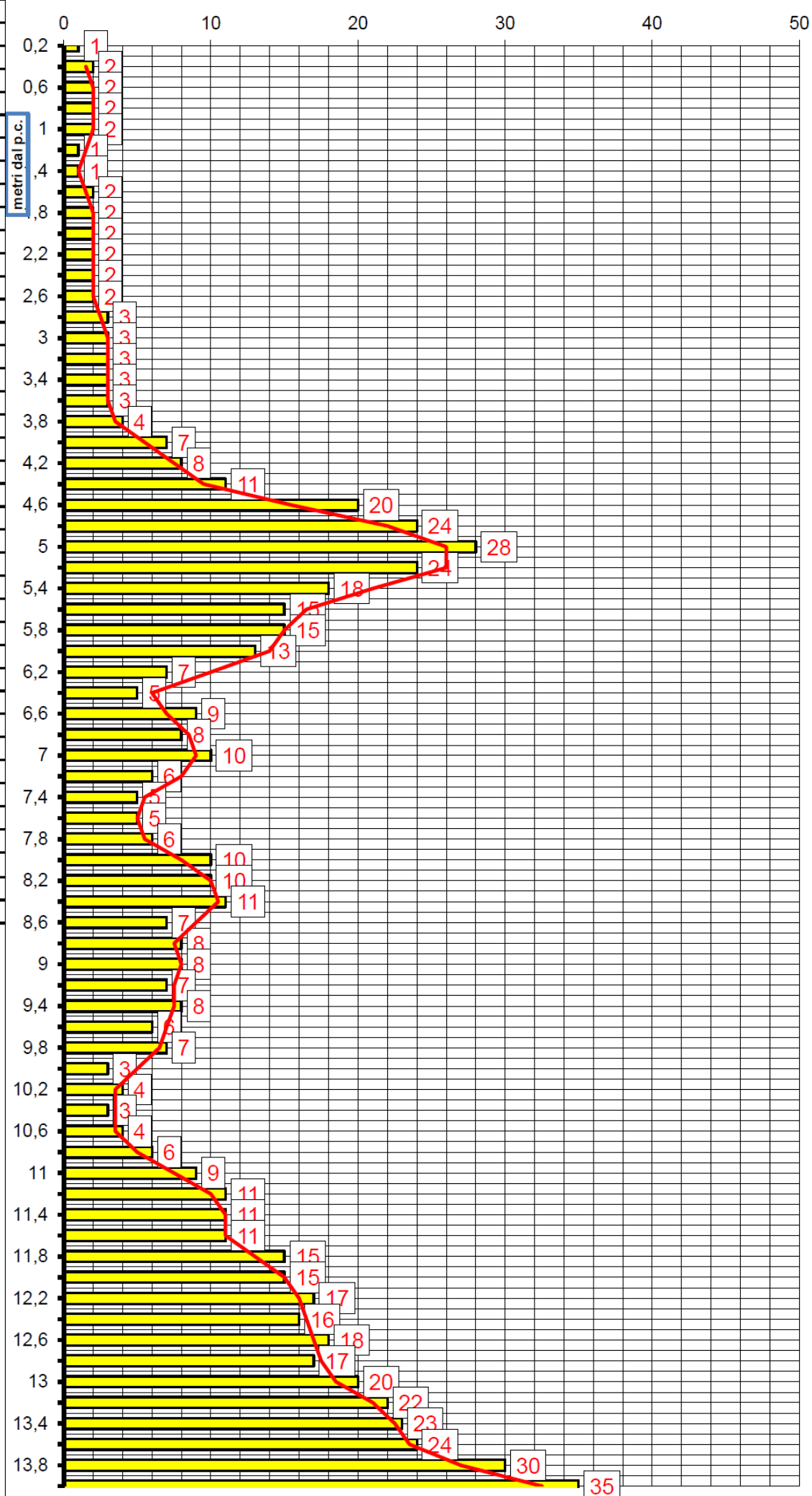
PROVA PENETROMETRICA P04

COMUNE DI ALESSANDRIA VIA DEL CONIGLIO							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P4							
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI							
P = peso del maglio 63,5 Kg							
H = altezza caduta maglio 75 cm							
d = diametro aste piene 32 mm							
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq							
p = penetrazione 20 cm (N20)							
Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste							
PIANO DI POSA PENETROMETRO - PIANO CAMPAGNA							
Energia specifica colpo penetrometro SPT = $Q = 7,83 \text{ Kg/cmq}$							
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 11,90 \text{ Kg/cmq}$							
Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 1,52$							
Data: 13 MAGGIO 2021				Falda idrica: -7,00 METRI DAL PIANO CAMPAGNA			
profondità dal p.c.	colpi						
(metri)	DPHS N20						

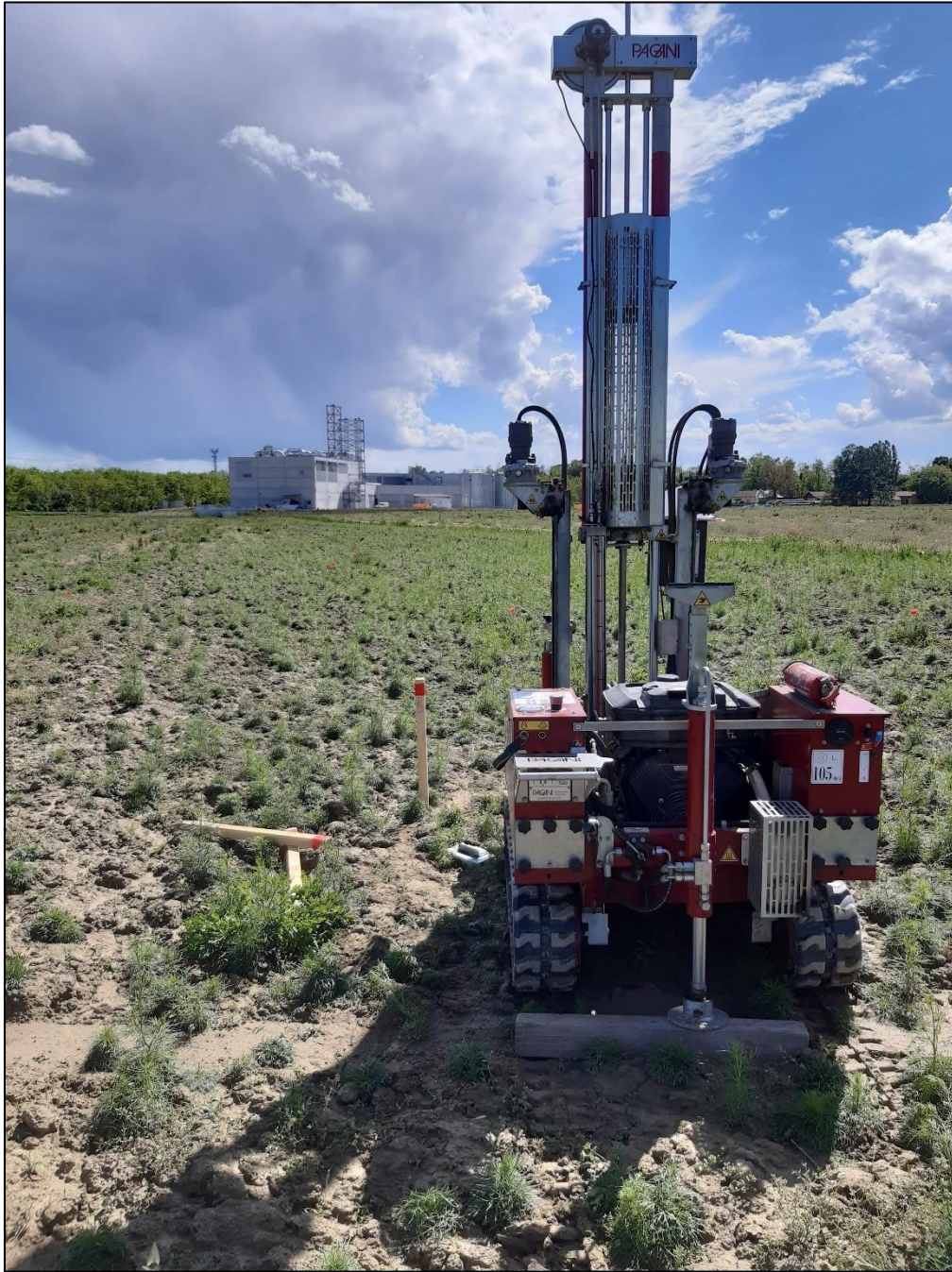
PROVA DINAMICA P4

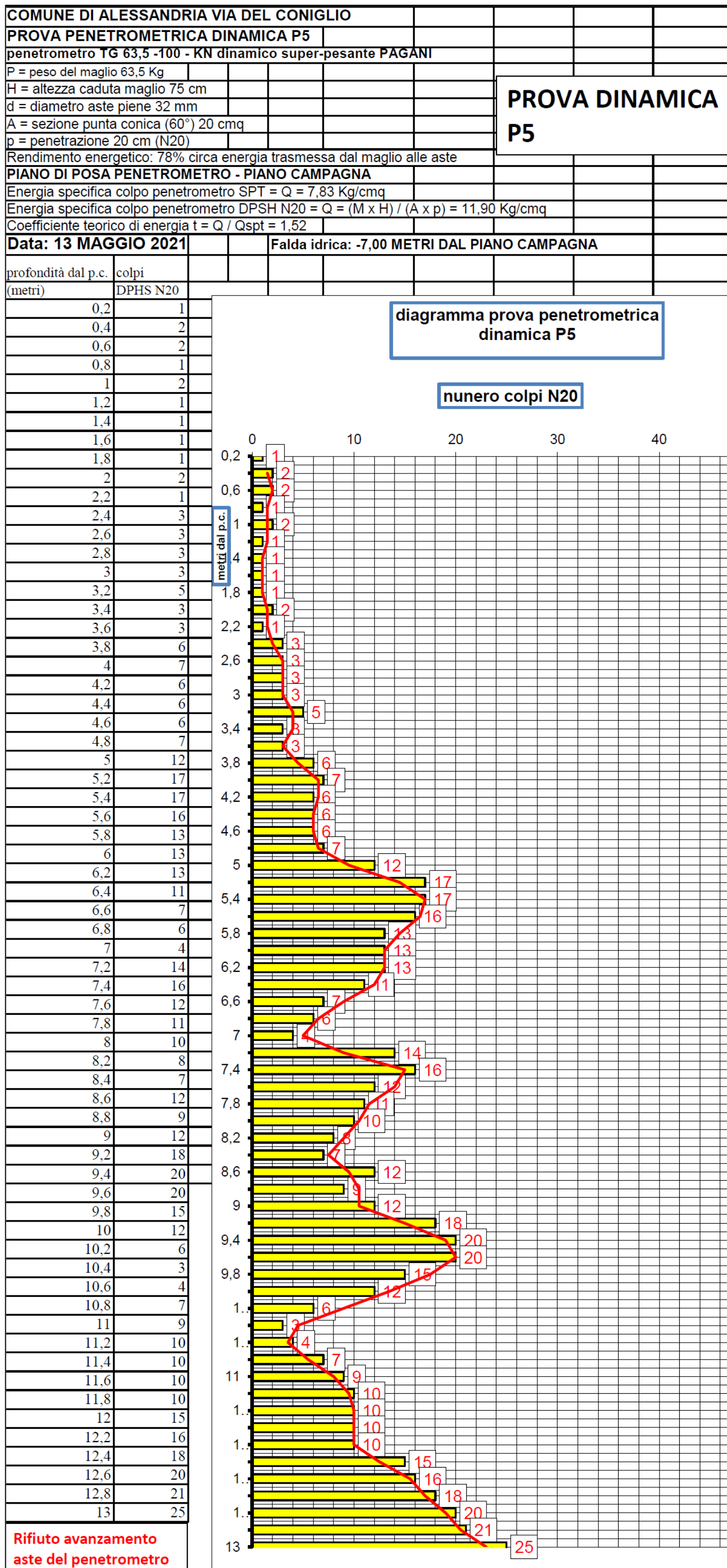
diagramma prova penetrometrica
dinamica P4

numero colpi N20



Rifiuto avanzamento
aste del penetrometro

PROVA PENETROMETRICA P05



PROVA PENETROMETRICA P06

COMUNE DI ALESSANDRIA VIA DEL CONIGLIO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P6

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

PIANO DI POSA PENETROMETRO - PIANO CAMPAGNA

Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cm^qEnergia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cm^q

Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52

Data: 18 MAGGIO 2021

Falda idrica: -7,00 METRI DAL PIANO CAMPAGNA

PROVA DINAMICA
P6

profondità dal p.c.

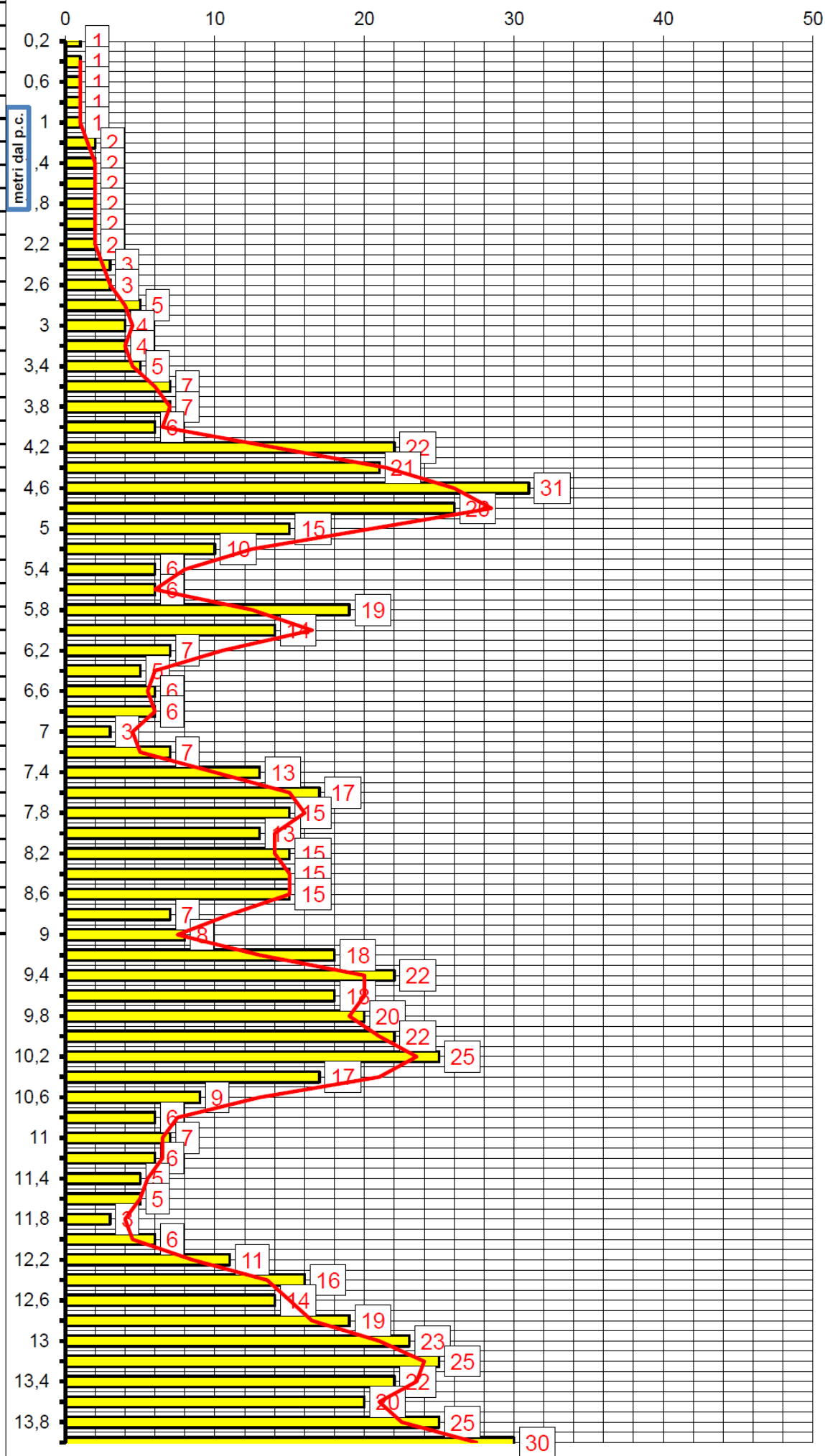
colpi

(metri)

DPSH N20

diagramma prova penetrometrica
dinamica P6

numero colpi N20

Rifiuto avanzamento
aste del penetrometro

PROVA PENETROMETRICA P07

**EDIFICIO DESTINATO AD ATTIVITA' LOGISTICA/DEPOSITO IN ALESSANDRIA.
TERRENI DI PROPRIETA' DELLA SOC. CI CIEFFE SRL
PROVA PENETROMETRICA STATICA P7**

Data: 18 maggio 2021

Falda idrica: NON RISCONTRATA

penetrometro statico Pagani da 100 KN

punta meccanica Begemann - Rp = resistenza alla punta; FRICTION RI = resistenza manicotto laterale

spinta in infissione 10.000 kg

spinta in estrazione 11.000 Kg

sezione punta 10,00 cmq

Piano di posa del penetrometro: piano campagna

Rp - Kg/cm² - resistenza punta Begemann

Friction RI - Kg/cm² - resistenza laterale punta Begemann

Esecuzione prova: Dott. Cavalli Andrea

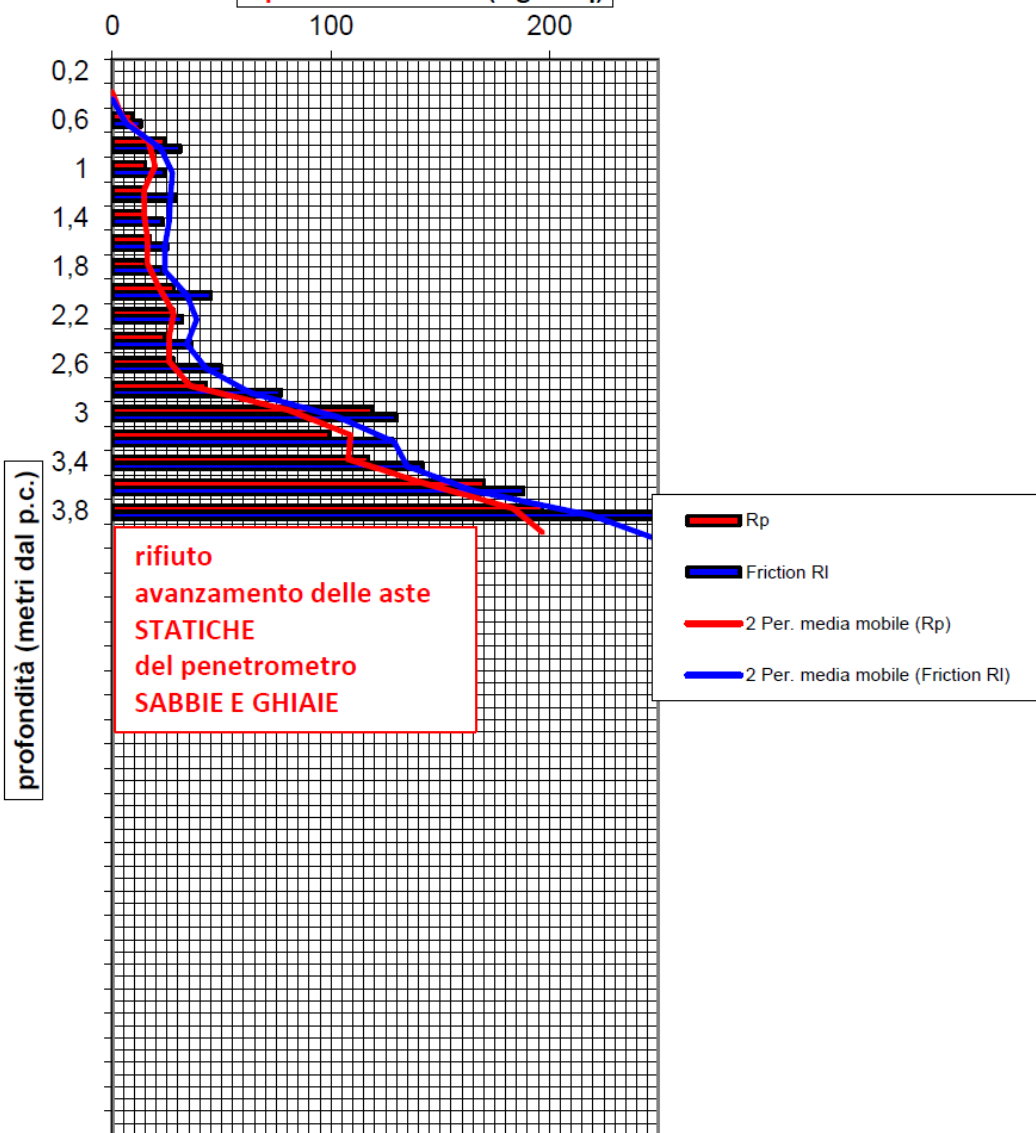
**PROVA
STATICA P7**

metri dal p.c.	Rp	Friction RI
0,2	0	0
0,4	0	0
0,6	9	13
0,8	24	31
1	15	24
1,2	14	29
1,4	15	23
1,6	17	25
1,8	15	23
2	28	45
2,2	28	32
2,4	24	36
2,6	28	50
2,8	43	77
3	119	130
3,2	99	128
3,4	117	142
3,6	170	188
3,8	197	250

rifiuto
avanzamento delle aste
STATICHE
del penetrometro
SABBIE E GHIAIE

diagramma campagna prova statica P7

Rp - FRICTION RI (Kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA P08

COMUNE DI ALESSANDRIA VIA DEL CONIGLIO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P8

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

PIANO DI POSA PENETROMETRO - PIANO CAMPAGNA

Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq

Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq

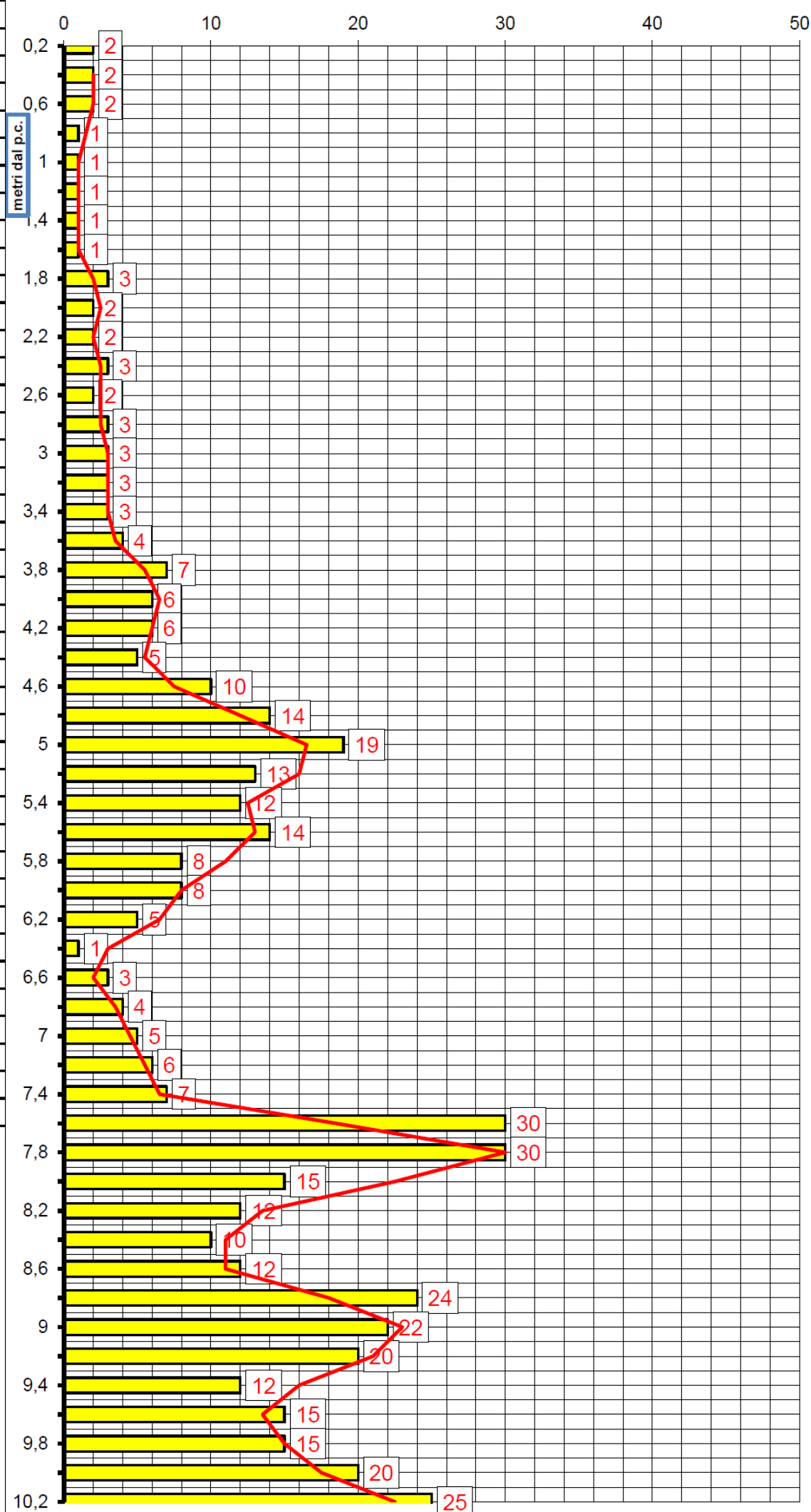
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52

Data: 6 MAGGIO 2021

Falda idrica: -7,00 METRI DAL PIANO CAMPAGNA

PROVA DINAMICA
P8profondità dal p.c.
(metri)colpi
DPSH N20diagramma prova penetrometrica
dinamica P8

numero colpi N20

Rifiuto avanzamento
aste del penetrometro

COMUNE DI ALESSANDRIA												
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P8												
Data: 6 MAGGIO 2021												
prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K Winkle	Perm
metri	0,00	piano campagna	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm ^q /Kg	°	%	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm/sec
1,60		Limi sabbiosi poco compatti	1621	1621	0,26	0,19	0,02875	26	0	0,41	0,38	1,14E-02
3,40		Limi sabbiosi più compatti	1720	1720	0,59	0,37	0,0173	26	0	0,53	0,76	1,12E-02
4,40		Limi sabbiosi più compatti	1831	1831	0,75	0,80	0,014444	27	0	1,12	1,64	1,12E-02
6,20		Sabbie e ghiaie mediamente addensate e costipate	1800	1800	1,08	0,00	0,0145	32	39	2,28	2,35	5,77E-02
7,20		Sabbie più fini meno addensate	1650	650	1,14	0,00	0,03289	28	15	0,76	0,78	5,80E-02
10,20		Ghiaie e sabbie con intercalazioni di limi e sabbie, mediamente addensate con rifiuto avanzamento delle aste del penetrometro	1800	800	1,38	0,00	0,00928	33	50	3,58	3,68	5,75E-02

superficie libera della falda freatica rilevata nel foro penetrometrico alla quota di -7,00 metri dal p.c. alla data del 6/5/2021

PROVA PENETROMETRICA P09

COMUNE DI ALESSANDRIA VIA DEL CONIGLIO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P9

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

PIANO DI POSA PENETROMETRO - PIANO CAMPAGNA

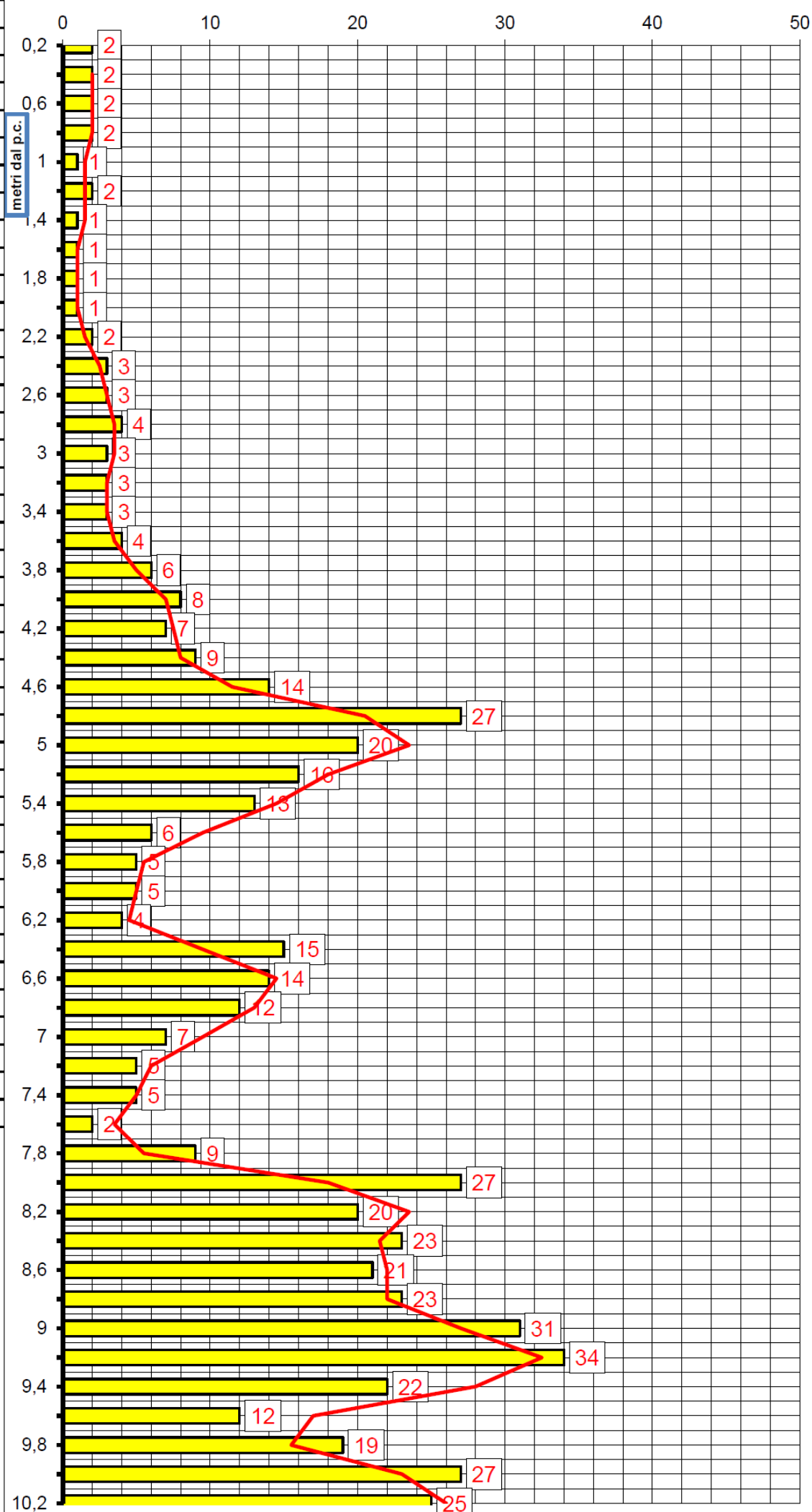
Energia specifica colpo penetrometro SPT = $Q = 7,83 \text{ Kg/cm}^2$ Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 11,90 \text{ Kg/cm}^2$ Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 1,52$

Data: 10 MAGGIO 2021

Falda idrica: -7,00 METRI DAL PIANO CAMPAGNA

PROVA DINAMICA
P9profondità dal p.c.
(metri)colpi
DPSH N20diagramma prova penetrometrica
dinamica P9

numero colpi N20

Rifiuto avanzamento
aste del penetrometro

PROVA PENETROMETRICA P010

COMUNE DI ALESSANDRIA VIA DEL CONIGLIO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P10

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

PROVA DINAMICA
P10

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

PIANO DI POSA PENETROMETRO - PIANO CAMPAGNA

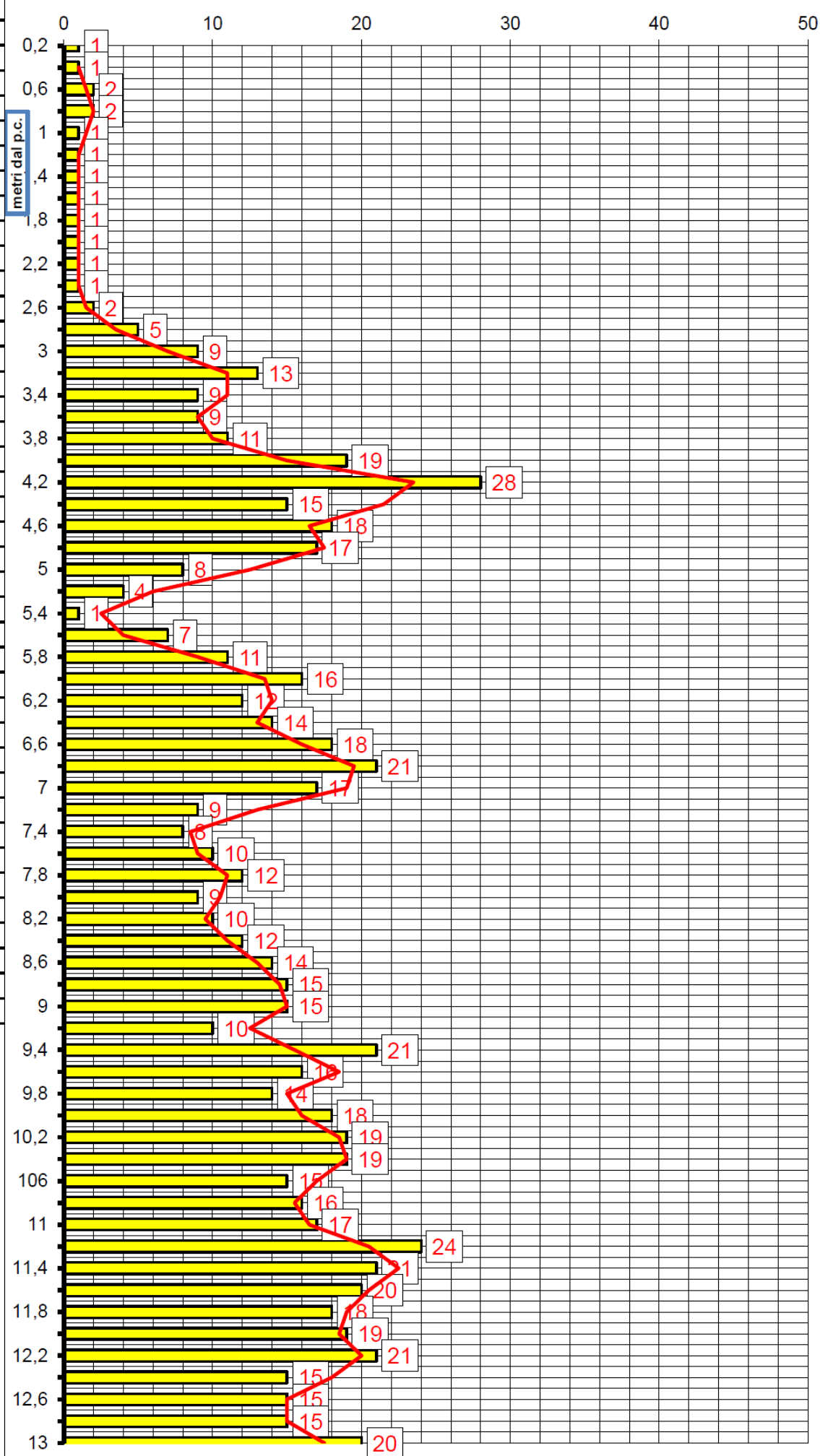
Energia specifica colpo penetrometro SPT = $Q = 7,83 \text{ Kg/cmq}$ Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 11,90 \text{ Kg/cmq}$ Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 1,52$

Data: 10 MAGGIO 2021

Falda idrica: -7,00 METRI DAL PIANO CAMPAGNA

profondità dal p.c.
(metri)colpi
DPSH N20diagramma prova penetrometrica
dinamica P10

numero colpi N20

Rifiuto avanzamento
aste del penetrometro

COMUNE DI ALESSANDRIA												
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P10												
Data: 10 MAGGIO 2021												
prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K Winkle	Perm
metri	0,00	piano campagna	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm ^q /Kg	°	%	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm/sec
2,40		Limi sabbiosi e sabbie poco compatte	1596	1596	0,38	0,16	0,03265	26	0	0,35	0,31	1,14E-02
4,80		Sabbie e ghiaie mediamente addensate e costipate	1800	1800	0,82	0,00	0,01294	34	48	2,57	2,87	5,68E-02
5,80		Sabbie fini	1650	1650	0,95	0,00	0,025	29	15	1,00	1,02	5,79E-02
<div>superficie libera della falda freatica rilevata nel foro penetrometrico alla quota di -7,00 metri dal p.c. alla data del 10/5/2021</div>												
13,00		Ghiaie e sabbie con intercalazioni di limi e sabbie, mediamente addensate con rifiuto avanzamento delle aste del penetrometro	1800	800	1,54	0,00	0,01078	32	43	3,11	3,20	5,76E-02

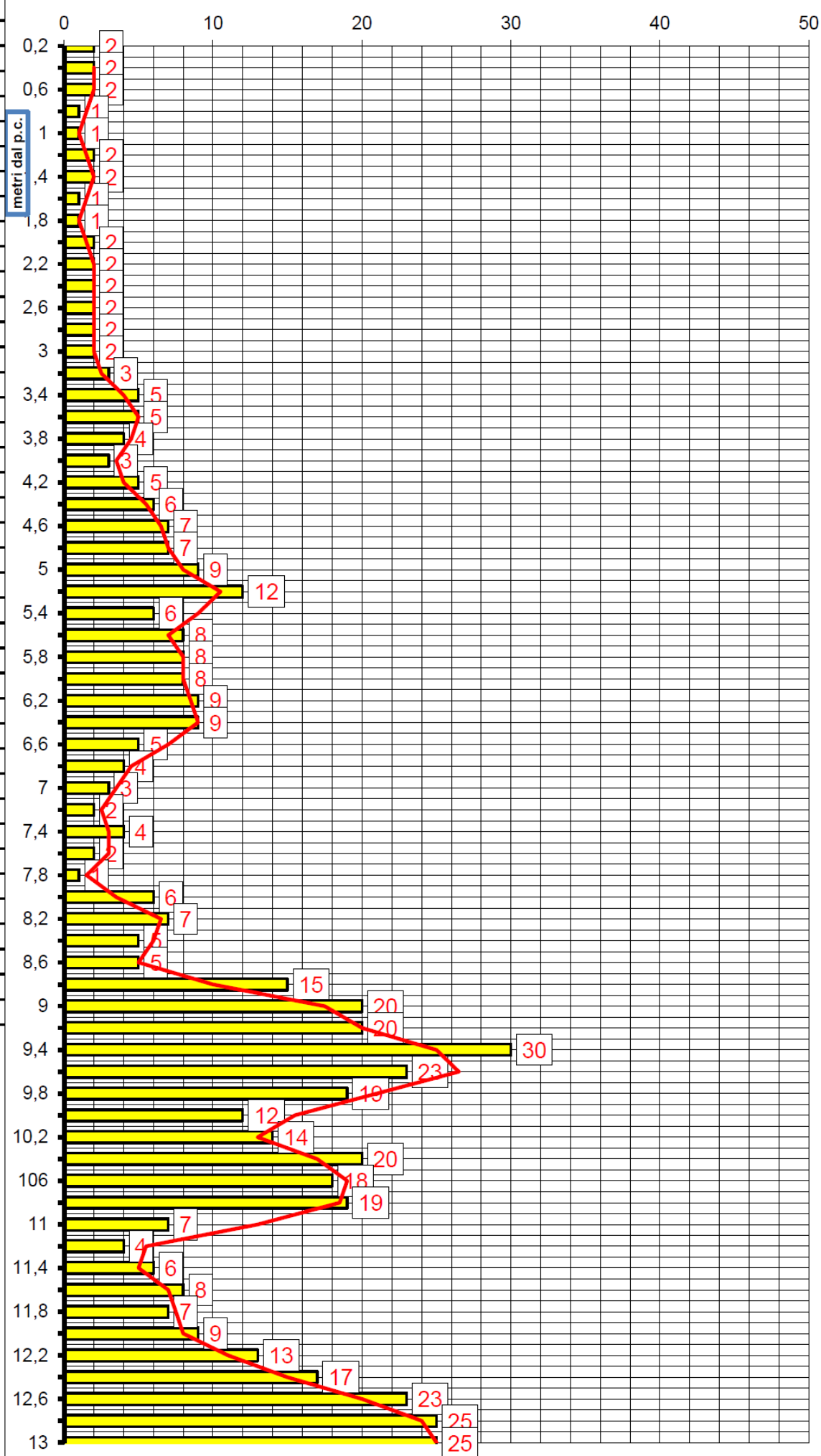
PROVA PENETROMETRICA P011

COMUNE DI ALESSANDRIA VIA DEL CONIGLIO							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P11							
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI							
P = peso del maglio 63,5 Kg							
H = altezza caduta maglio 75 cm							
d = diametro aste piene 32 mm							
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq							
p = penetrazione 20 cm (N20)							
Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste							
PIANO DI POSA PENETROMETRO - PIANO CAMPAGNA							
Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq							
Energia specifica colpo penetrometro DPHS N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq							
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52							
Data: 6 MAGGIO 2021		Falda idrica: -7,00 METRI DAL PIANO CAMPAGNA					
profondità dal p.c.	colpi						
(metri)	DPHS N20						

PROVA DINAMICA P11

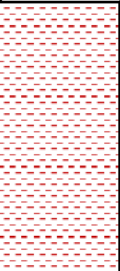
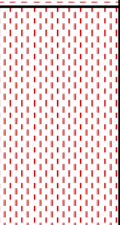

diagramma prova penetrometrica
dinamica P11

numero colpi N20



Rifiuto avanzamento
aste del penetrometro

PROVA PENETROMETRICA P012

COMUNE DI ALESSANDRIA												
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P12												
Data: 19 MAGGIO 2021												
prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K Winkle	Perm
metri	0,00	piano campagna	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°	%	Kg/cmq	Kg/cmq	cm/sec
1,80		Limi sabbiosi mediamente compatti	1812	1812	0,32	0,48	0,01348	27	0	1,49	1,00	1,02E-02
3,20		Limi sabbiosi e sabbie più compatte	1896	1896	0,59	0,84	0,00915	28	0	1,73	1,74	3,19E-03
4,00		Sabbie con rifiuto avanzamento aste prova statica	1900	1900	0,74	0,00	0,00566	39	79	5,86	> 5	1,20E-01

CAPITOLO 5.0

Caratterizzazione idrogeologica del terreno – Prove di permeabilità a carico variabile- L01-L05

Utilizzando la stessa sonda penetrometrica, mediante la perforazione del terreno con aste elicoidali infisse a rotazione e l'installazione nel foro di un rivestimento in acciaio avente un diametro di 3,50 cm, nell'area sono state effettuate **n.5 prove di permeabilità in foro (L01-L05)** a quote comprese tra -1,50 e -3,50 metri dal piano campagna.

La prova di permeabilità (anche detta di percolazione) consiste nel riempire il permeametro (a terreno saturo) e misurare gli abbassamenti di livello a tempi prestabiliti.

La formula di calcolo utilizzata è la seguente (dal sito FORMULA GEO manuale operativo).

$$K = A / CL \times (t^2 - t^1) \times \ln(h^1/h^2)$$

Dove:

A = area di dase elemento drenante (rivestimento acciaio diametro 3,50 cm);

h1 e h2 = altezze idrauliche rivestimento rispetto i tempi t1 e t2

Cl = costante di forma: $2\pi D + L = 0,2548$ (metri)

h1 e h2 = altezze dell'acqua nel pozzetto, misurate dalla base del pozzetto, all'inizio e alla fine della prova a carico variabile;

t2-t1 = durata della prova a carico variabile;

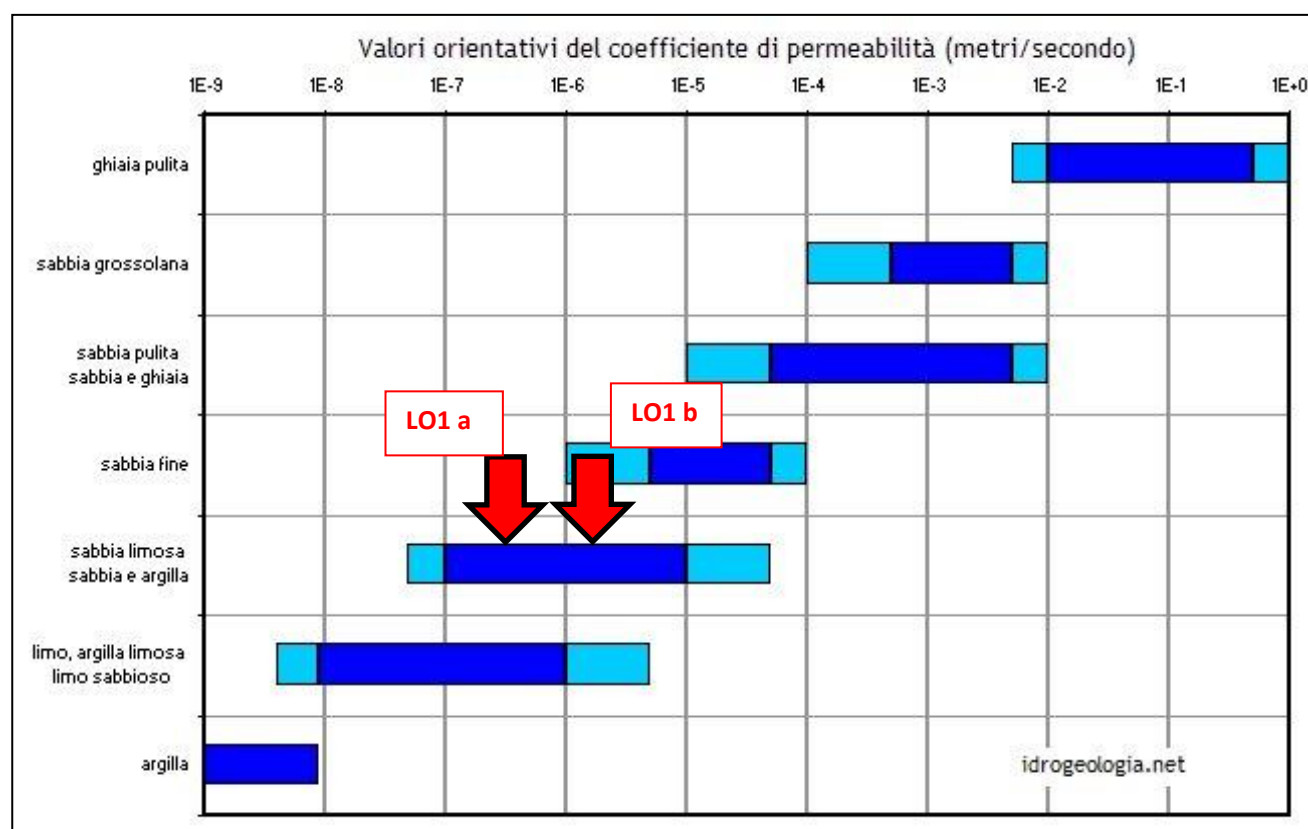
Nelle formule tutte le distanze sono espresse in metri, i tempi in secondi e le portate in mc/sec.

Il valore risultante della permeabilità è espresso quindi in metri/sec.

DATI MISURE PROVE PERMEABILITA'**PROVA L01 - 20/05/2021**

PERMEABILITA' L01 a			
PROFONDITA' 1,00 METRI			
TERRENI SABBIOSI E LIMOSI			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm)		
	CARICO IDRAULICO INIZIALE 150 cm		
300	10	Permeabilità K (m/sec)	8.68×10^{-7}
600	15	Permeabilità K (m/sec)	4.57×10^{-7}
900	20	Permeabilità K (m/sec)	4.74×10^{-7}
		Perm medio K (m/sec)	5.99×10^{-7}

PERMEABILITA' L01 b			
PROFONDITA' 4,00 METRI			
TERRENI SABBIOSI			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRAULICO INIZIALE 400 cm		
300	50	Permeabilità K (m/sec)	1.67×10^{-6}
600	100	Permeabilità K (m/sec)	1.93×10^{-6}
900	170	Permeabilità K (m/sec)	3.34×10^{-6}
		Perm medio K (m/sec)	2.31×10^{-6}

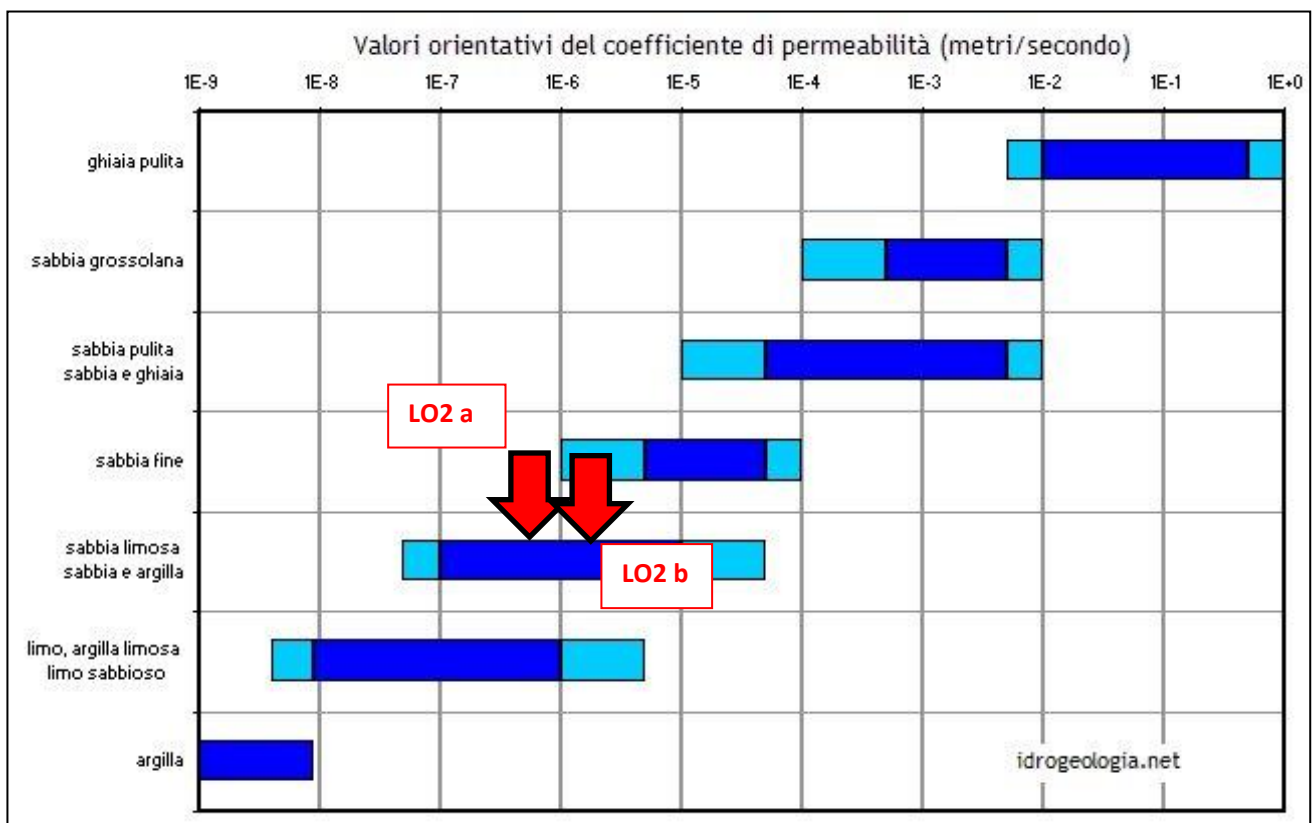


DATI MISURE PROVE PERMEABILITA'**PROVA L02 -19/05/2021**

PERMEABILITA' L02 a PROFONDITA' 1,50 METRI TERRENI LIMOSI SABBIOSI E ARGILLOSI				
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm)			
	CARICO IDRAULICO INIZIALE 150 cm			
300	10	Permeabilità K (m/sec)		8.68×10^{-7}
600	19	Permeabilità K (m/sec)		8.35×10^{-7}
900	24	Permeabilità K (m/sec)		4.89×10^{-7}
		Perm medio K (m/sec)		7.30×10^{-7}

PERMEABILITA' L02 b PROFONDITA' 2,50 METRI TERRENI SABBIOSI LIMOSI			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRAULICO INIZIALE 300 cm		
300	61	Permeabilità K (m/sec)	2.85×10^{-6}
600	101	Permeabilità K (m/sec)	2.30×10^{-6}
900	180	Permeabilità K (m/sec)	6.36×10^{-6}
		Perm medio K (m/sec)	3.83×10^{-6}

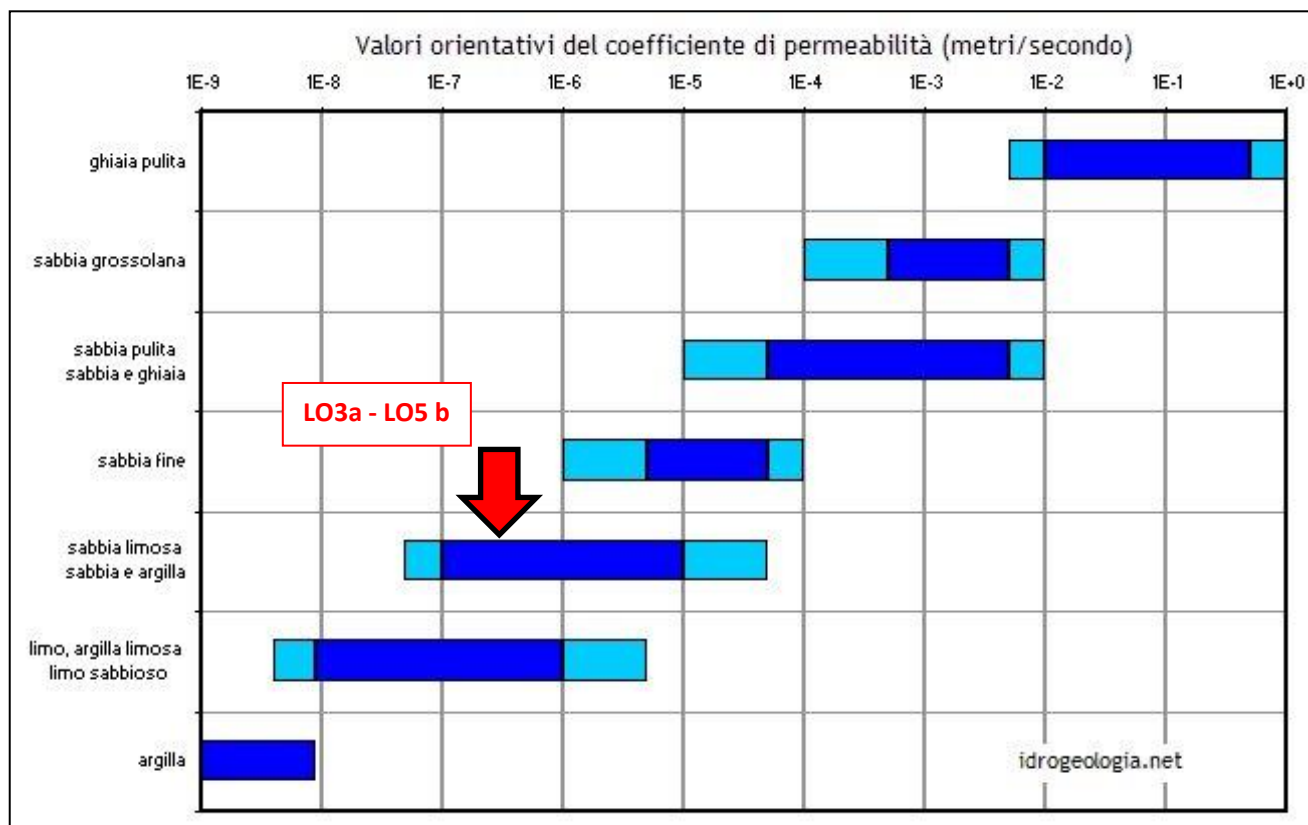
0.00

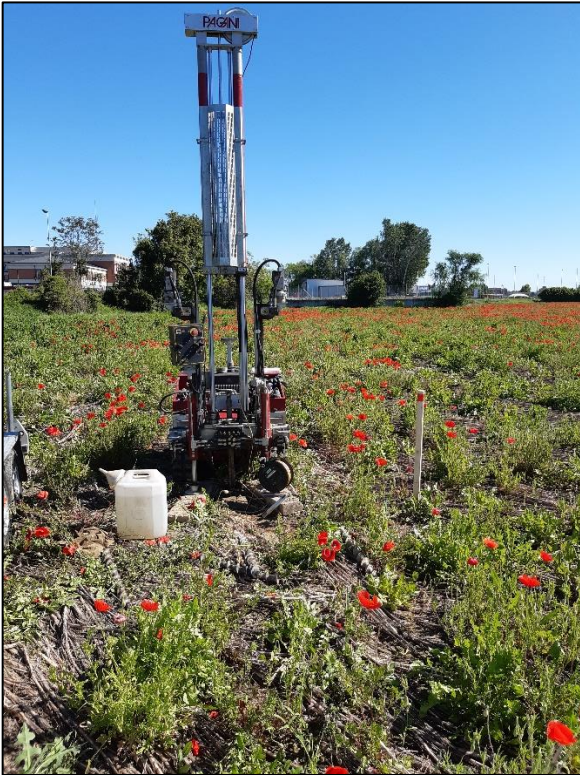


DATI MISURE PROVE PERMEABILITA'**PROVA L03 - 20/05/2021**

PERMEABILITA' L03 a PROFONDITA' 1,50 METRI TERRENI SABBIOSI E LIMOSI				
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRAULICO INIZIALE 200 cm			
300	3	Permeabilità K (m/sec)		1.89 x 10 ⁻⁷
600	7	Permeabilità K (m/sec)		2.57 x 10 ⁻⁷
900	10	Permeabilità K (m/sec)		1.97 x 10 ⁻⁷
		Perm medio K (m/sec)		2.14 x 10⁻⁷

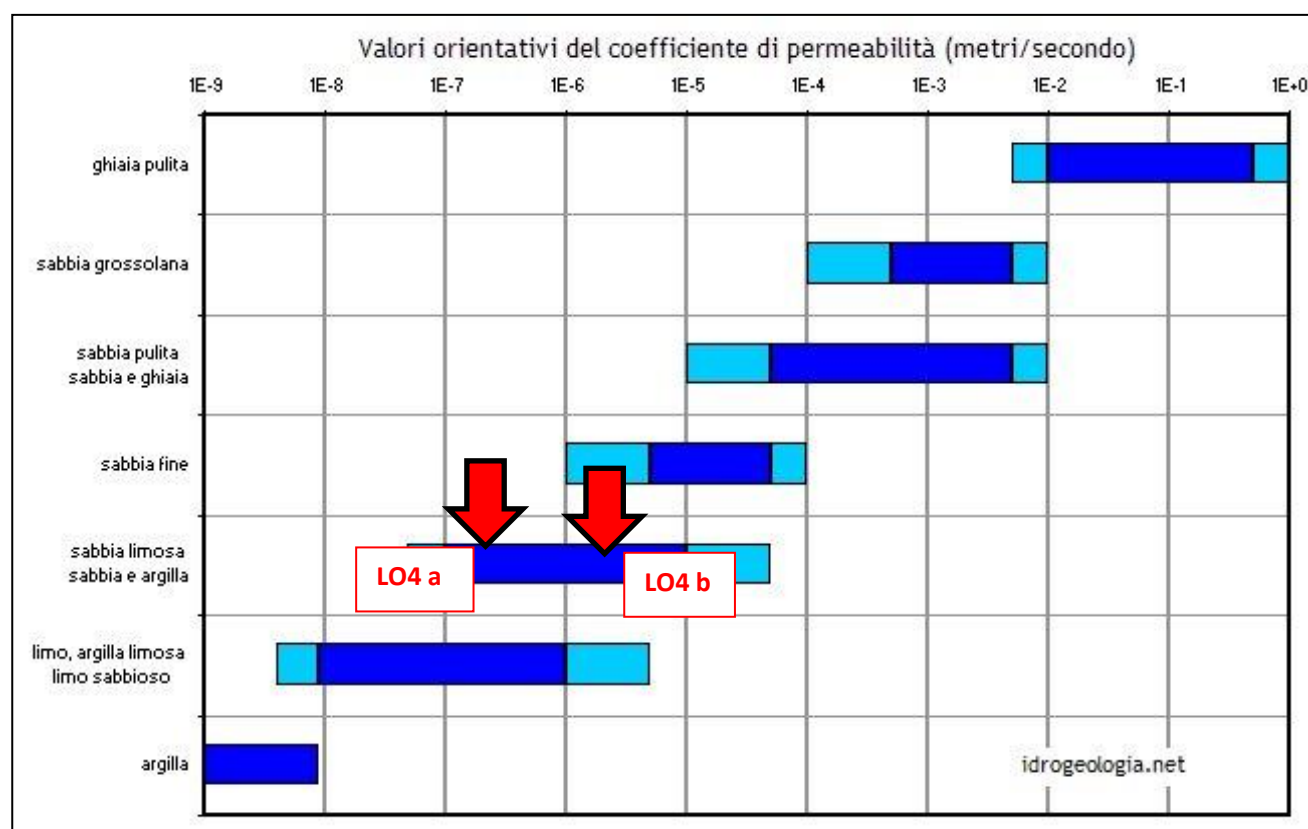
PERMEABILITA' L03 b PROFONDITA' 2,80 METRI TERRENI SABBIOSI			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRAULICO INIZIALE 400 cm		
300	15	Permeabilità K (m/sec)	4.80×10^{-7}
600	37	Permeabilità K (m/sec)	7.39×10^{-7}
900	52	Permeabilità K (m/sec)	5.30×10^{-7}
1200	60	Permeabilità K (m/sec)	2.80×10^{-7}
		Perm medio K (m/sec)	5.07×10^{-7}



DATI MISURE PROVE PERMEABILITA'**PROVA L04 – 20/05/2021**

PERMEABILITA' L04 a PROFONDITA' 0,80 METRI TERRENI LIMOSI ARGILLOSI				
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm)			
	CARICO IDRAULICO INIZIALE 100 cm			
300	2	Permeabilità K (m/sec)		2.54×10^{-7}
600	3	Permeabilità K (m/sec)		1.29×10^{-7}
900	10	Permeabilità K (m/sec)		9.42×10^{-7}
1800	15	Permeabilità K (m/sec)		2.42×10^{-7}
		Perm medio K (m/sec)		3.91×10^{-7}

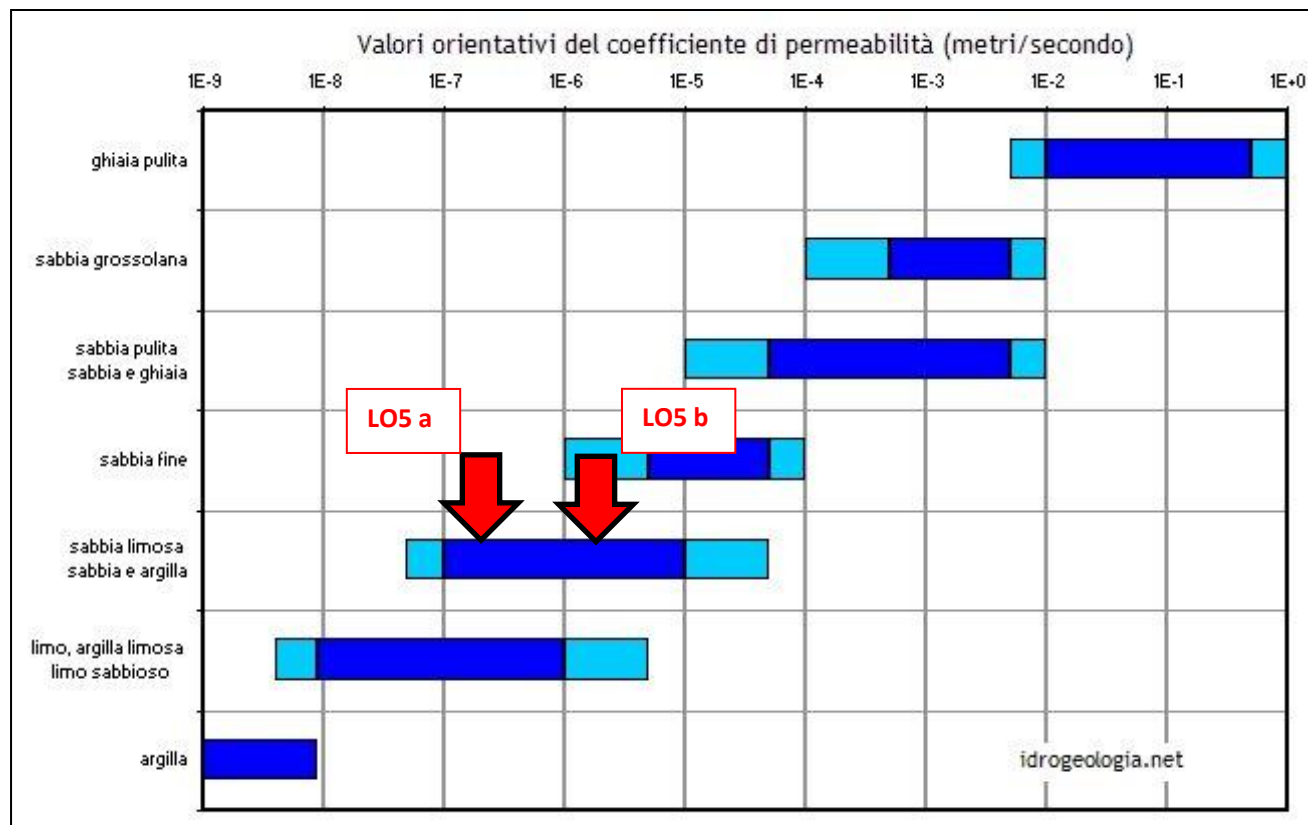
PERMEABILITA' L04 b PROFONDITA' 1,30 METRI TERRENI SABBIOSI			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRAULICO INIZIALE 200 cm		
300	30	Permeabilità K (m/sec)	2.04×10^{-6}
600	56	Permeabilità K (m/sec)	2.08×10^{-6}
900	73	Permeabilità K (m/sec)	1.58×10^{-6}
		Perm medio K (m/sec)	1.90×10^{-6}



DATI MISURE PROVE PERMEABILITA'**PROVA L05 - 20/05/2021**

PERMEABILITA' L05 a			
PROFONDITA' 1,50 METRI			
TERRENI LIMOSI ARGILLOSI			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm)		
	CARICO IDRAULICO INIZIALE 200 cm		
300	5	Permeabilità K (m/sec)	3.18×10^{-7}
600	7	Permeabilità K (m/sec)	1.29×10^{-7}
900	15	Permeabilità K (m/sec)	5.32×10^{-7}
		Perm medio K (m/sec)	3.26×10^{-7}

PERMEABILITA' L05 b PROFONDITA' 3,50 METRI TERRENI SABBIOSI			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRAULICO INIZIALE 400 cm		
300	90	Permeabilità K (m/sec)	3.20×10^{-6}
600	120	Permeabilità K (m/sec)	1.28×10^{-6}
900	132	Permeabilità K (m/sec)	5.54×10^{-7}
1200	150	Permeabilità K (m/sec)	8.74×10^{-7}
		Perm medio K (m/sec)	1.47×10^{-6}



CAPITOLO 6.0

Carotaggi stratigrafici (S01-S02)

Tra la data del 25 e 27 maggio 2021 in corrispondenza dell'area oggetto d'indagine sono stati effettuati n.2 carotaggi stratigrafici continui (S01 e S02 di cui alla planimetria allegata) spinti ad una profondità di 15,00 metri dal piano campagna, al fine di acquisire le peculiarità litostratigrafiche del sottosuolo.

Nel foro del carotaggio S02 è stato installato un piezometro micro fessurato in PVC (diam. 60 cm) per la misura del livello della falda, con chiusino in acciaio munito di lucchetto.

Attrezzatura utilizzata per esecuzione carotaggi:

- * sonda rotativa cingolata;
- * utensile di perforazione:
 - * carotiere semplice T1, lunghezza utile 150 cm e diametro esterno 101 mm;
 - * aste di rivestimento esterne, lunghezza utile 150 cm e diametro esterno 127 mm;
 - * aste di perforazione: con filettatura tronco-conica, diametro esterno 70 mm;
 - * corone di perforazione: in widia;

I campioni estratti sono stati depositati entro le cassette in pvc di dimensioni 1,00x0,50x0,10 metri e depositate presso l'edificio Panorama, mentre tutte le quote di cui alle stratigrafie di seguito allegate, sono riferite al piano campagna.

In ogni foro di sondaggio sono state effettuate n.4 prove S.P.T. (Standard Penetration Test).

La prova S.P.T. consiste nell'infliggere nel terreno, all'interno delle aste di rivestimento del foro del sondaggio, una punta conica mediante una batteria di aste, per tratti consecutivi di cui un primo corrispondente a 150 mm (N1), un secondo corrispondente a 300 mm (N2) ed un terzo corrispondente a 450 mm (N3) totali, annotando il numero di colpi necessario alla penetrazione.

Attrezzatura prova S.P.T.:

- aste in acciaio diametro esterno 50 mm;
- dispositivo di sollevamento automatico con peso della massa battente pari a 63,50 Kg ed altezza di caduta pari a 75 cm;
- PUNTA CHIUSA

Normalizzazione del valore N_{SPT} per le procedure esecutive

La correzione tiene conto dei differenti dispositivi di infissione utilizzati e delle procedure esecutive. Il valore di N_{SPT} , corretto secondo la formula proposta da Skempton, assume il valore

$$N_{60} = C_{ER} C_B C_S C_R N_{SPT}$$

in cui

N_{60} = valore corretto per le procedure esecutive

C_{ER} = fattore di correzione per il rapporto di energia

C_B = fattore di correzione per il diametro del foro

C_S = fattore di correzione per il tipo di campionatore

C_R = fattore di correzione per la lunghezza della fune

N_{SPT} = valore misurato

I valori dei fattori di correzione proposti da Skempton sono elencati nella tabella seguente.

Fattori di correzione per le procedure esecutive (da Skempton)

Fattore	Procedure-strumentazione	Termine	Valore
Rapporto di energia	Safety hammer	C_{ER}	0.9
	Donut hammer	C_{ER}	0.75
Diametro del foro	65÷115 mm	C_B	1.0
	115÷150 mm	C_B	1.05
	150÷200 mm	C_B	1.15
Tipo di campionatore	Standard sampler	C_S	1.0
	Sampler without liner	C_S	1.2
Lunghezza della fune	> 10 m	C_R	1.0
	6÷10 m	C_R	0.95
	4÷6 m	C_R	0.85
	3÷4 m	C_R	0.75

Correzione del valore di N_{SPT} per le tensioni litostatiche

Viene utilizzata la seguente correzione proposta in letteratura

$$(N_l)_{60} = C_N N_{60}$$

in cui

$(N_l)_{60}$ = valore corretto per le tensioni litostatiche e per le procedure esecutive

N_{60} = valore corretto per le procedure esecutive

C_N = fattore di correzione per la tensione litostatica

Il valore del fattore C_N proposto da Liao e Whitman è

$$C_N = \frac{1}{\sqrt{\sigma_{vo}}}$$

in cui

σ_{vo} = tensione verticale efficace in kg/cm²

Da Ordine Geologi del Lazio (L'interpretazione delle indagini in sito. Criteri e riferimenti per interpretazione delle indagini alla luce delle NTC 2008- Geologo Ing. Massimo Pietrantoni)

PRESSIONI INTERSTIZIALI (falda)

$$N' = 15 + 0.5 \times (N_{SPT} - 15) \quad (\text{Terzaghi e Peck, 1948})$$

Dove:

N = SPT misurati

$N' = \text{SPT corretto PRESSIONI INTERSTIZIALI (finale)}$

DETERMINAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI PROVE SPT

Terreni coerenti

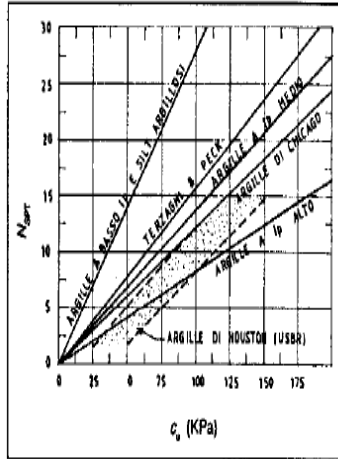


Figura 51. Correlazioni tra N_{SPT} e c_u (Schmertmann, 1975).

Casadio-Elmi -Bologna - 1995

TABELLA 1.3
Parametri geotecnici dei terreni coerenti

Stato di consistenza	Numero dei colpi	Indice di consistenza	Coesione non drenata
Molto soffice	<2	circa 0	$C_u < 0.1$
Soffice	2-4	0-0.25	0.1-0.25
Plastico	4-8	0.25-0.5	0.25-0.5
Compatto	8-15	0.5-0.75	0.5-1.0
Molto compatto	15-30	0.75-1.0	1.0-2.0
Estrem. compatto	>30	>1.0	>2.0

Fonte: F.Cestari, Benevento 1986

Tab. 3.1: Relazione fra N_{SPT} , consistenza e resistenza non drenata (TERZAGHI E PECK 1948)

Consistenza	Molto bassa	Bassa	Media	Elevata	Molto elevata	Argille dure
N_{SPT}	<2	2-4	4-8	8-15	15-30	>30
C_u (kPa)	<12	12-25	25-50	50-100	100-200	>200

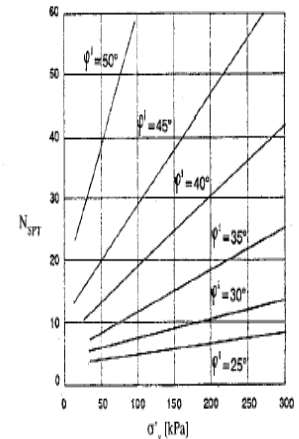
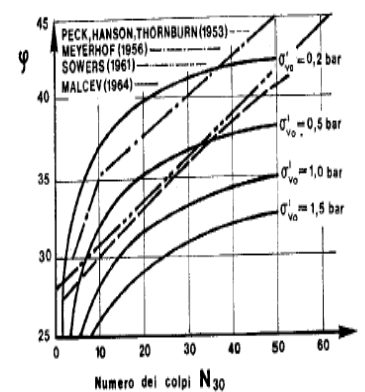


Fig. 4.4.1. Correlazione tra il numero di colpi N_{SPT} e l'angolo di attrito ϕ' (adattata da Viggiani, 1993).



Angolo di attrito di terreni coerenti correlato al numero di colpi dello S.P.T.
Fonte: Cestelli-Guidi 1987

Coesione non drenata

$$c_u = \alpha \cdot N_{SPT}$$

con α coefficiente che varia a seconda degli autori (tra 3.8 e 12.5, in kPa)

Modulo edometrico

$$M = \beta \cdot N_{SPT}$$

con β che varia tra 500 e 600, in kPa)

Da Ordine Geologi del Lazio (L'interpretazione delle indagini in sito. Criteri e riferimenti per interpretazione delle indagini alla luce delle NTC 2008- Geologo Ing. Massimo Pietrantoni)

$\phi' = \text{angolo di attrito interno (condizioni drenate)}$

relazione Gibbs e Holts (1957)

a)
$$\phi' = (\sqrt{15 \times N_{60}}) + 15$$

relazione Di Mello (1971)

b) $\phi' = 0.3 \times N_{60} + 27$

E' = modulo di deformazione DRENATO

Correlazioni per la stima del modulo di deformabilità

"Manual on estimating soil properties" (Cornell University, 1990)

$E = 10 \cdot N_{60}$ valida per "clean NC sands"

$E = 15 \cdot N_{60}$ valida per "clean OC sands"

(E = modulo di deformabilità in kg/cm²)

D'Appolonia et al. (1970)

$E = 0.756 N_{SPT} + 18.75$ (MPa) per sabbia e ghiaia NC

$E = 1.043 N_{SPT} + 36.79$ (MPa) per sabbia OC

Schultze & Menzenbach (1961)

$E = 0.517 N_{SPT} + 7.46$ in MPa

Pasqualini (Politecnico di Torino, 1983)

Da correlazioni tra SPT e pressiometriche (Tornagli, Franke, Ghionna-Lancellotta-Maniscalco, Albert-Hegg-Manassero.

$E = B \sqrt{N_{SPT}}$ con $B = 7 \text{ MPa}$

Da Ordine Geologi del Lazio (L'interpretazione delle indagini in sito. Criteri e riferimenti per interpretazione delle indagini alla luce delle NTC 2008- Geologo Ing. Massimo Pietrantoni)

LEGENDA STRATIGRAFIA

o mm	R v	A r s	Pz	metri bat	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	SPT S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 9) Vane test (kg/cm²)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di N_{spt}
- 13) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 14) Profondità della base dello strato (m)
- 15) Descrizione della litologia dello strato

Tubo aperto	Casagrande
tubo cieco	tubo cieco
finestrato	cella drenaggio

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT



Carotaggio stratigrafico S1 (26 maggio 2021)



Carotaggio stratigrafico S1 (26 maggio 2021)

STRATIGRAFIA - S1

SCALA 1 : 50

Pagina 1/2

Riferimento: PROPRIETA' SOC CI CIEFFE SRL	Sondaggio: S1
Località: COMUNE DI ALESSANDRIA AREA TRA CORSO ROMITA E TANGENZIALE	Quota: 93,5 m,s,l,m,
Impresa esecutrice: STUDIO GEOLOGIA CAVALLI	Data: 26 maggio 2021
Coordinate: planimetria georeferenziata planimetria georeferenziata	Redattore: DOTT CAVALLI ANDREA
Perforazione: CAROTAGGIO STRATIGRAFICO CONTINUO	

Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
															SUOLO E LIMI SABBIOSI BRUNO GIALLO
					1										
					2									1.7	SABBIE LIMOSE A GRANULOMETRIA FINE CON GHIAIE
					3						21-21-20	41		2.9	SABBIE CON GHIAIETTO E GHIAIE ETEROGENEE (DIAM. CLASTI 1.5/3.0 CM) A MORFOLOGIA POCO ARROTONDATA
					4										
					5									5.0	GHIAIE A GRANULOMETRIA MEDIO GROSSOLANA (DIAM. CLASTI 3/5 CM) A MATRICE SABBIOSA E LIMOSA COLORE GIALLO BRUNO
					6						25-25-27	52			
					7										
					8										
					9						3750/7cm	Rif			
					10										
					11										
					12						50/11cm	Rif			

STRATIGRAFIA - S1

SCALA 1 : 50

Pagina 2/2

Riferimento: PROPRIETA' SOC CI CIEFFE SRL	Sondaggio: S1
Località: COMUNE DI ALESSANDRIA AREA TRA CORSO ROMITA E TANGENZIALE	Quota: 93,5 m,s,l,m,
Impresa esecutrice: STUDIO GEOLOGIA CAVALLI	Data: 26 maggio 2021
Coordinate: planimetria georeferenziata planimetria georeferenziata	Redattore: DOTT CAVALLI ANDREA
Perforazione: CAROTAGGIO STRATIGRAFICO CONTINUO	

ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				13.									13.0	GHIAIE A GRANULOMETRIA MEDIO GROSSOLANA (DIAM. CLASTI 3/5 CM) A MATRICE SABBIOSA E LIMOSA COLORE GIALLO BRUNO
				14.									14.0	SABBIE A GRANULOMETRIA MEDIO FINE A MATRICE LIMOSA, CON GHIATTO E CIOTTOLI, COLORE GIALLO BRUNO
				15.									15.0	GHIAIE A MATRICE SABBIOSA A GRANULOMETRIA MEDIO GROSSOLANA, ETEROMETRICHE ED A MORFOLOGIA POCO ARROTONDATA

PIEZOMETRO ASSENTE



Carotaggio S1

Da 0.00 a 5.00 metri dal p.c.



Carotaggio S1

Da 5.00 a 10.00 metri dal p.c.



Carotaggio S1

Da 10.00 a 15.00 metri dal p.c.

PROVE S.P.T. dati campagna CAROTAGGIO S1

Prove SPT	Profondità (metri dal piano campagna)	N1 numero colpi primi 15 cm affondamento delle aste	N2 numero colpi dopo 30 cm affondamento delle aste	N3 numero colpi dopo 45 cm affondamento delle aste	NSPT N2+N3 (misurato campagna)	N'SPT (corretto falda)	N60
1	3.50	21	22	20	42		26.88
2	6.00	25	25	27	52		33.28
3	9.00	37	50 RIFIUTO 7 cm		50	32.50	20.80
4	12.00	50 RIFIUTO 11 cm			50	32.50	20.80

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DA PROVE SPT CAROTAGGIO S1

Prove SPT	Profondità (metri)	N60	Cu KPa	E MPa	ϕ' (°)
1	3.50	26.88	102.14	36.29	35.06
2	6.00	33.28		40.38	37.16
3	9.00	20.80		31.92	32.95
4	12.00	20.80		31.92	32.95

Note:

*(1) calcolo ϕ' (°) relazione Gibbs e Holts (1957);

*(2) calcolo Cu relazioni Terzaghi e Peck (1948);

*(4) calcolo E relazione Pasqualini -Politecnico di Torino (1983)

PERMEABILITA' CAROTAGGIO S01 PROFONDITA' 1,50 METRI TERRENI SABBIOSI				
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRAULICO COLONNA RIVESTIMENTO 200 cm (DIAMETRO RIVESTIMENTO 127 mm)			
15	17	Permeabilità K (m/sec)		9.05 x 10-5
30	30	Permeabilità K (m/sec)		7.58 x 10-5
60	31	Permeabilità K (m/sec)		3.03 x 10-6
180	32.5	Permeabilità K (m/sec)		1.14 x 10-6
300	34	Permeabilità K (m/sec)		1.15 x 10-6
600	39	Permeabilità K (m/sec)		1.57 x 10-6
900	44	Permeabilità K (m/sec)		1.62x 10-6
1800	53	Permeabilità K (m/sec)		1.01 x 10-6
		Perm medio K (m/sec)		2.19 x 10-5



Carotaggio stratigrafico S2 (25 maggio 2021)



Carotaggio stratigrafico S2 (25 maggio 2021)

Esecuzione prove SPT in foro



Carotaggio stratigrafico S2 (25 maggio 2021)

Chiusino piezometro

STRATIGRAFIA - S2

SCALA 1 : 50

Pagina 1/2

Riferimento: PROPRIETA' SOC CI CIEFFE SRL	Sondaggio: S2
Località: COMUNE DI ALESSANDRIA AREA TRA CORSO ROMITA E TANGENZIALE	Quota: 93,5 m,s,l,m,
Impresa esecutrice: STUDIO GEOLOGIA CAVALLI	Data: 25 maggio 2021
Coordinate: planimetria georeferenziata planimetria georeferenziata	Redattore: DOTT CAVALLI ANDREA
Perforazione: CAROTAGGIO STRATIGRAFICO CONTINUO	

ø mm	R v	A r	s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	SPT S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
															SUOLO E LIMI SABBIOSI COLORE BRUNO GIALLO
					1										
					2										
					2.5										SABBIE LILOSE A GRANULOMETRIA FINE, COLORE BRUNO GIALLO
					3					7-6-6		12		3.0	SABBIE LILOSE CON GHIAIETTO A GRANULOMETRIA FINE (DIAM. CLASTI 1/7 CM) ETEROMETRICO A MORFOLOGIA POCO ARROTONDATA
					4										
					5									5.0	GHIAIE SABBIOSE A GRANULOMETRIA MEDIO FINE (DIAM. 1.5/3.0 CM) ETEROMETRICHE A MORFOLOGIA POCO ARROTONDATA
					6					19-21-21		42		6.0	GHIAIE A GRANULOMETRIA MEDIA (DIAM. 2.5/3.5 CM) A MATRICE LIMOSA SABBIOSA COLORE GIALLO BRUNO, A MORFOLOGIA POCO ARROTONDATA
					7										
					8										
					9										
					10					35-50/12cm		Rif			
					11									11.0	LIMO SABBIOSO ED ARGILLOSO COLORE BRUNO GIALLO, PLASTICO E POCO COMPATTO
					12										
										9-4-5		9			



Carotaggio S2

Da 0.00 a 5.00 metri dal p.c.



Carotaggio S2

Da 5.00 a 10.00 metri dal p.c.



Carotaggio S2

Da 10.00 a 15.00 metri dal p.c.

PROVE S.P.T. dati campagna CAROTAGGIO S2

Prove SPT	Profondità (metri dal piano campagna)	N1 numero colpi primi 15 cm affondamento delle aste	N2 numero colpi dopo 30 cm affondamento delle aste	N3 numero colpi dopo 45 cm affondamento delle aste	NSPT N2+N3 (misurato campagna)	N'SPT (corretto falda)	N60
1	3.50	7	6	6	12		7.68
2	6.00	19	21	21	42		26.88
3	9.00	37	50 RIFIUTO 7 cm		50	32.50	20.80
4	12.00	50 RIFIUTO 11 cm			50	32.50	20.80

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DA PROVE SPT CAROTAGGIO S1

Prove SPT	Profondità (metri)	N60	Cu KPa	E MPa	ϕ' (°)
1	3.50	7.68	28.18	19.39	
2	6.00	26.88		36.29	35.06
3	9.00	20.80		31.92	32.95
4	12.00	20.80		31.92	32.95

Note:

*(1) calcolo ϕ' (°) relazione Gibbs e Holts (1957);

*(2) calcolo Cu relazioni Terzaghi e Peck (1948);

*(4) calcolo E relazione Pasqualini -Politecnico di Torino (1983)

PERMEABILITA' CAROTAGGIO S02 PROFONDITA' 1,50 METRI TERRENI SABBIOSI				
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRAULICO COLONNA RIVESTIMENTO 200 cm (DIAMETRO RIVESTIMENTO 127 mm)			
15	20		Permeabilità K (m/sec)	1.08×10^{-4}
30	35		Permeabilità K (m/sec)	8.95×10^{-5}
60	36		Permeabilità K (m/sec)	3.13×10^{-6}
180	36.5		Permeabilità K (m/sec)	3.98×10^{-7}
300	38		Permeabilità K (m/sec)	1.18×10^{-6}
600	44		Permeabilità K (m/sec)	1.94×10^{-6}
900	49		Permeabilità K (m/sec)	1.67×10^{-6}
1800	53,5		Permeabilità K (m/sec)	5.19×10^{-7}
			Perm medio K (m/sec)	2.57×10^{-5}

CAPITOLO 7.0

Unità litotecniche del sottosuolo

L'elaborazione dei dati delle prove penetrometriche, ha permesso di ottenere i parametri geotecnici relativamente ad ogni unità litotecnica del sottosuolo attraverso un'operazione di discretizzazione ed omogeneizzazione dei valori del numero di colpi ogni 20 cm delle aste del penetrometro. I parametri geotecnici sono stati inoltre ricavati sulla base all'esperienza personale.

I valori dei **parametri geotecnici caratteristici** sono stati calcolati, come prescritto dalla Normativa (NTC 2018), a partire dai valori medi ottenuti dalle prove GEOGNOSTICHE e successivamente elaborati secondo appropriate equazioni statistiche e probabilistiche (stabilite dagli Eurocodici EC7), ovvero determinazione del 5 percentile della media di pochi dati per grandi volumi di rottura del terreno con distribuzione log-normale (C_u , con COV del 30%) e distribuzione normale (Φ con COV del 10%) - (foglio di calcolo McCoy, aprile 2007) considerando per le opere in progetto tipologie fondazionali dirette continue in c.a., le quali interessano grandi volumi di terreno con resistenze compensate (parametri geotecnici C_{uk1} e ϕ_{k1}).

I sondaggi geognostici e prove penetrometriche hanno evidenziato le seguenti unità litotecniche del sottosuolo.

UNITA' LITOTECNICA 1

Fino ad una profondità media di 2,40 di metri dal p.c. **limi sabbiosi poco compatti**, dotati di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 0,3133 Kg/cm², un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 26,92° un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1700,33 Kg/mc, ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,025 cm²/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk} = 27.20$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_k = 25.60^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 2

Fino ad una profondità media di 3,40 metri dal p.c. **limi sabbiosi e sabbie più compatte**, dotate di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 0,5786 Kg/cm², un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 27,14° un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1788,28 Kg/mc, ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0146 cm²/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk} = 48.00$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_k = 25.50^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 3

Fino ad una profondità media di 6,40 metri dal p.c. **sabbie e ghiaie fini eterogenee addensate a matrice limosa (rifiuto avanzamento delle aste statiche/punta Begemann)**, dotati di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 1,00 Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 33,77°, un valore medio di densità relativa (D_r) pari al 54,09%, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 0,0118 Kg/mc, ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0216252 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk} = 70.10$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_k = 32.20^\circ$

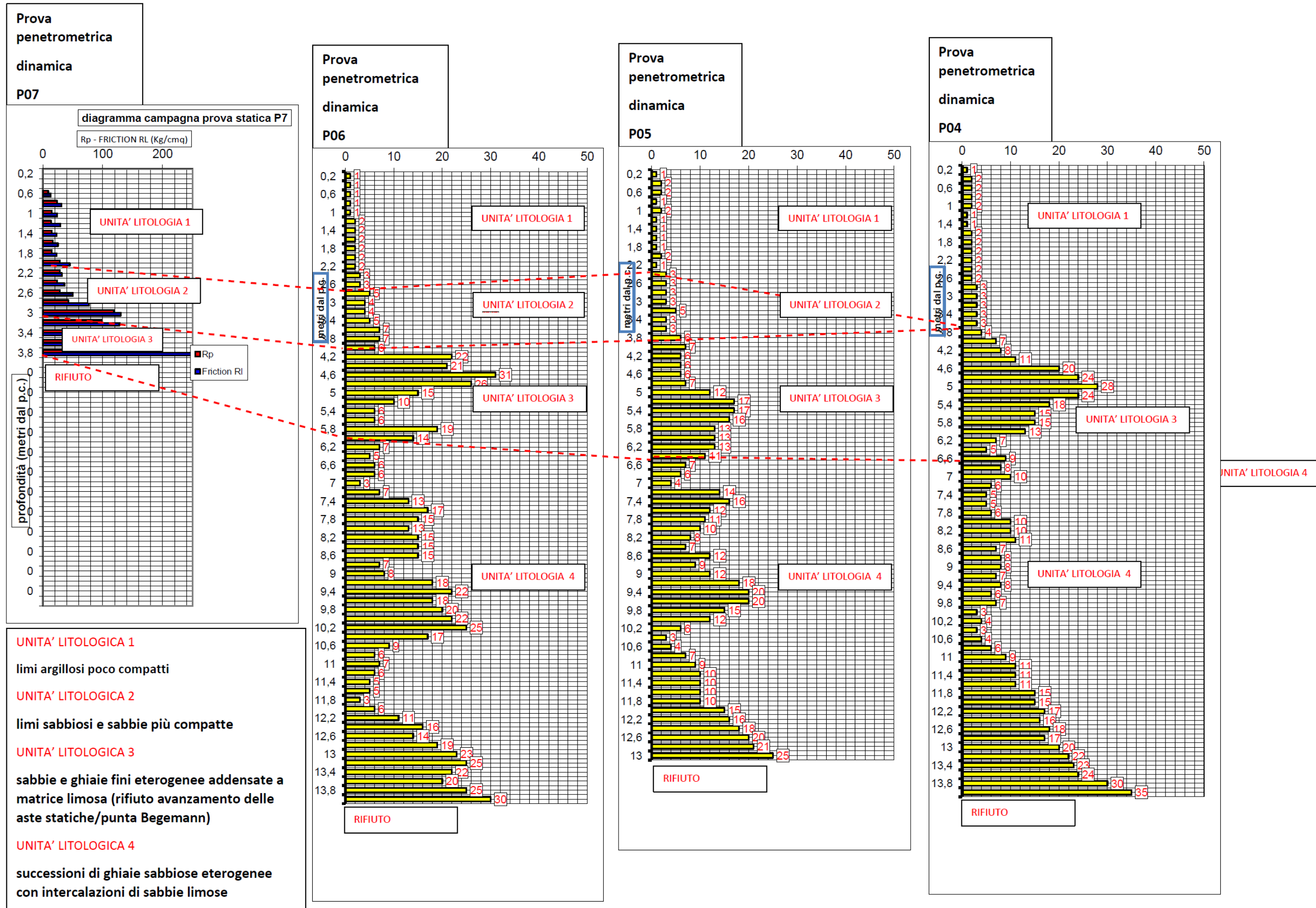
UNITA' LITOTECNICA 4

Fino alla massima profondità d'investigazione pari a 15,00 metri dal p.c. **successioni di ghiaie sabbiose eterogenee con intercalazioni di sabbie limose**, dotate di un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 30,87°, un valore medio di densità relativa (D_r) pari al 33,73 %, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1800 Kg/mc, ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0178 cmq/Kg.

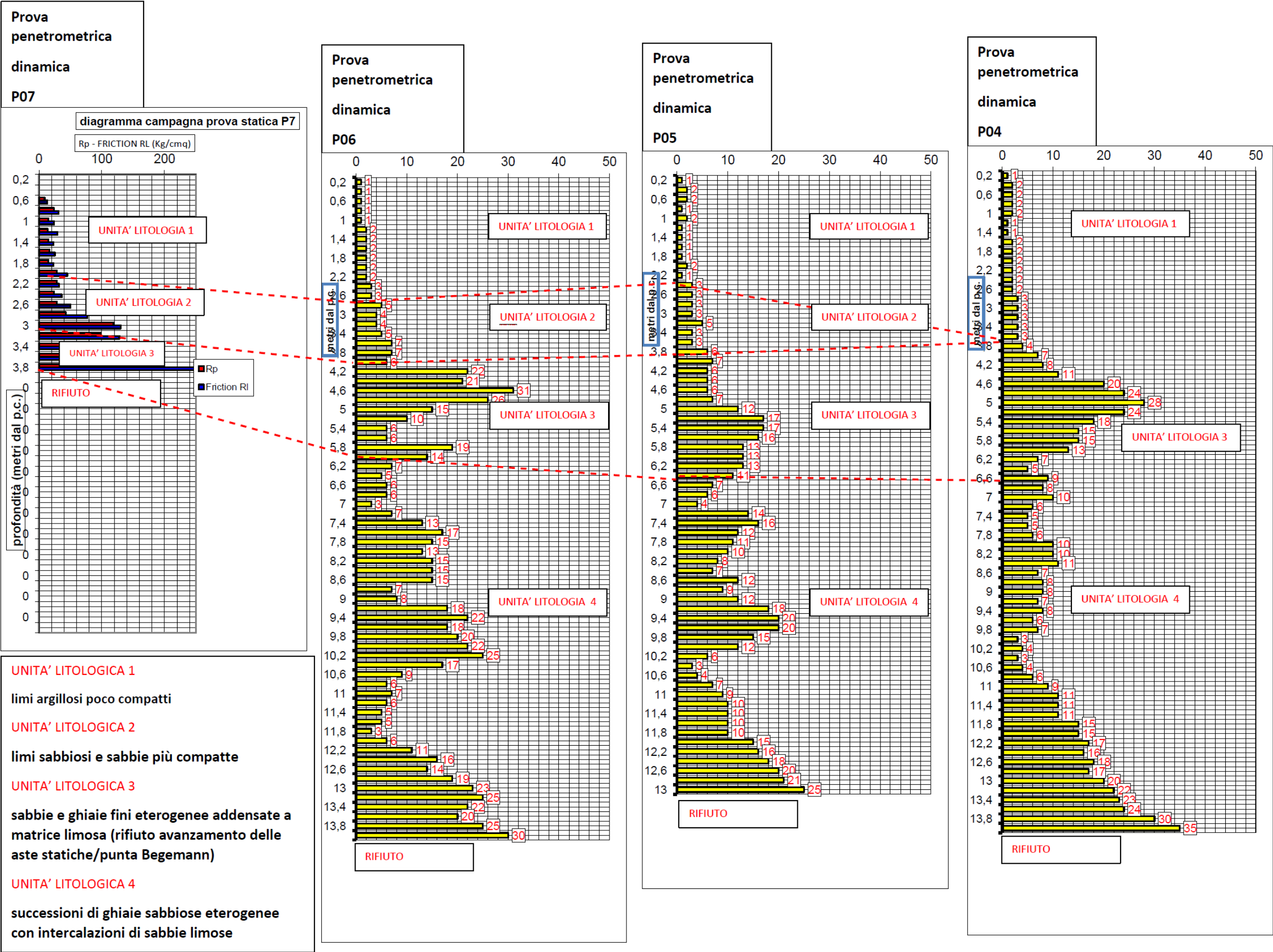
PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Angolo di attrito: $\phi_k = 29.60^\circ$

CORRELAZIONE GEOTECNICA SCHEMATICA TRE LE PROVE PENETROMETRICHE P7-P6-P5-P4



CORRELAZIONE GEOTECNICA SCHEMATICA TRE LE PROVE PENETROMETRICHE P7-P6-P5-P4



CAPITOLO 8.0

Pericolosità geomorfologica dell'area

La figura 1 riporta un estratto della “Carta di sintesi delle classi di pericolosità morfologica” del PRGC, con indicazione dell'area d'intervento.

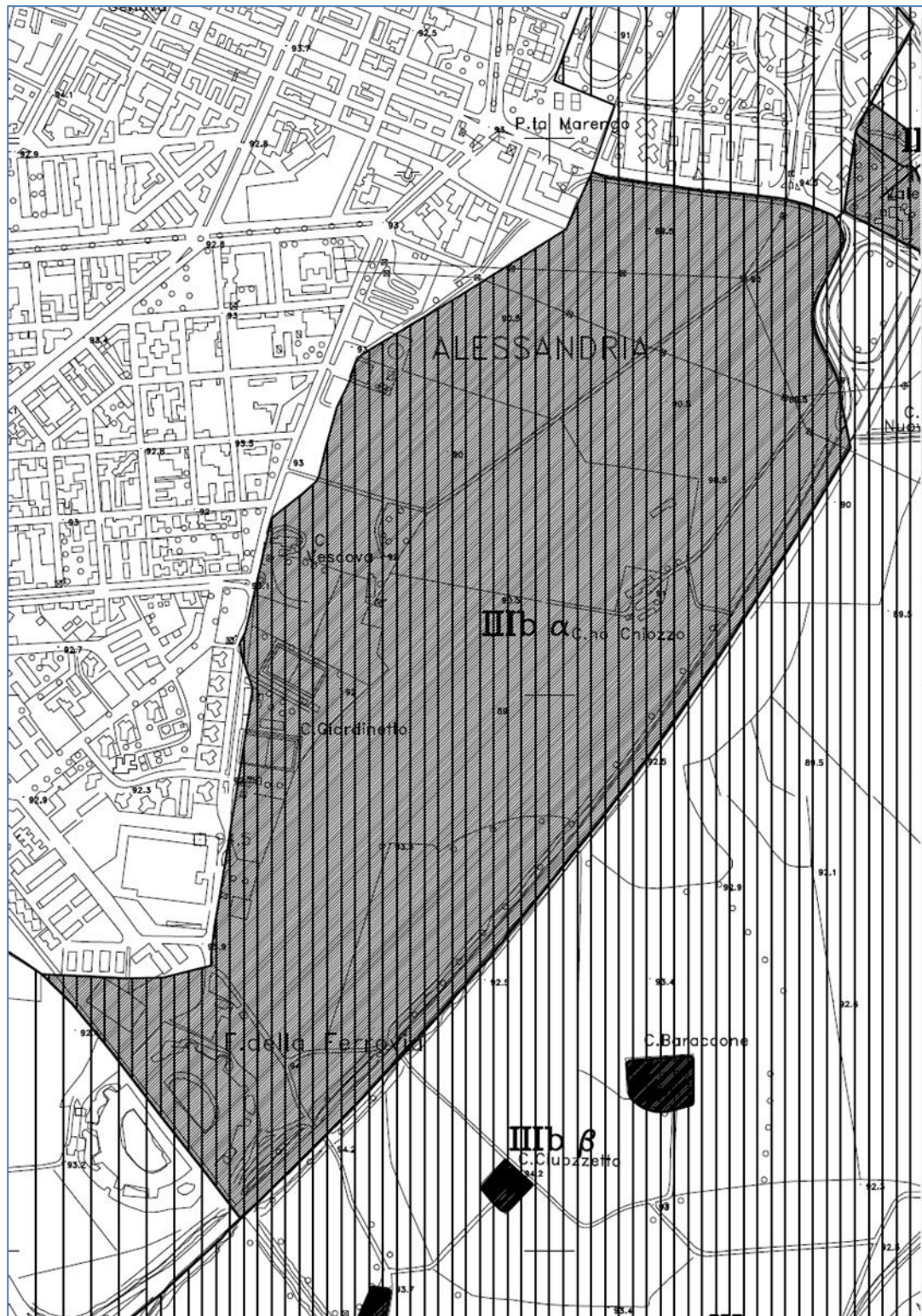


Figura 1: Tavola 4 “Carta di sintesi delle classi di pericolosità morfologica” PRGC

L'area indagata è classificata in classe di pericolosità morfologica IIIb α , per la quale vige la disciplina stabilita dall'art. 51 N.d.A. di cui si riporta stralcio.

(...)

Classe IIIb α

Aree ubicate all'interno della Fascia C e/o a retro della Fascia B di Progetto e nelle Frazioni di Spinetta Marengo e Litta.

Alle aree in Fascia C si intendono estese le norme della fascia B fino al completamento delle opere di difesa idraulica e/o riassetto territoriale. In tali ambiti la fruibilità urbanistica avverrà in conformità ai disposti dell'art. 28, secondo le modalità precisate dal relativo "Regolamento di Attuazione" (adottato con D.C.I. n. 11 del 5/04/2006), e del comma 5 dell'art. 31 delle Norme di Attuazione del PAI, nonché, per quanto concerne il Ponte Cittadella, alla verifica della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B (adottata con D.C.I. n. 2 dell'11/05/1999, aggiornata con D.C.I. n. 10 del 5/04/2006). In seguito all'avvenuta realizzazione delle opere di difesa e/o di riassetto territoriale che l'Amministrazione Comunale riterrà sufficienti alla minimizzazione del rischio esistente, potranno essere consentite nuove edificazioni alle seguenti condizioni:

- 1. accertamento geotecnico nel rispetto del D.M.L.P. 11/3/1988 e del D.M. 14/01/2008 e s.m.i., volto a determinare la quota di imposta delle fondazioni;*
- 2. esecuzione preventiva di una corretta regimazione delle acque superficiali e di falda, previa relazione geologica;*
- 3. l'edificazione finalizzata a destinazioni d'uso che comportano la presenza continuativa di persone dovranno essere realizzate in ambienti aventi il piano di calpestio ad una quota di sicurezza come riportato indicativamente nell'allegata Tabella A e/o da valutazioni idrauliche puntuali; tale valutazione può essere redatta a cura del soggetto attuatore dell'opera o, tramite iniziativa pubblica;*
- 4. è consentita la realizzazione di locali al piano terra, purché adibiti esclusivamente ad autorimessa, cantine o depositi, che non si approfondiscano oltre 0,30 m dal piano strada;*
- 5. le sistemazioni esterne relative alle recinzioni di proprietà ad eccezione del centro storico, sia su fronte stradale (pubblica o privata) sia sui confini laterali, devono essere formate con siepi vive di altezza non superiore a m. 2 con interposta eventuale rete metallica plastificata oppure con cancellata a giorno, con zoccolatura (minore o uguale a cm 20) provvista di idonei scoli per le acque;*
- 6. in queste aree è ammessa la costruzione di piani seminterrati o interrati (il cui accesso avvenga comunque attraverso vie d'ingresso che si sviluppino a partire da quote superiori o uguali a quelle indicate in tab. A), a una quota più bassa di quella di riferimento (Tabella A) o a quella della massima escursione della falda, purché adibiti esclusivamente ad autorimessa, cantine, depositi senza presenza continuativa di persone, previa esecuzione delle specifiche indagini di cui alla lettera H del D.M. 11 marzo 1988, il cui accesso avvenga comunque attraverso vie d'ingresso che si sviluppino a partire da quote superiori o uguali alla quota di riferimento (Tabella A);*

la realizzazione di piani seminterrati o interrati non dovrà interferire con il regime della falda idrica e sarà pertanto subordinata ai risultati di preventive indagini volte alla verifica della soggiacenza della falda e della relativa escursione massima annuale e storica, dalla quale dovrà essere garantito un franco di almeno 50 cm. I locali seminterrati o interrati dovranno essere realizzati adottando gli accorgimenti tecnici atti a impedirne l'allagamento e a garantirne la fruizione in condizioni di sicurezza. Il ricorso all'innalzamento artificiale del piano campagna è permesso qualora sia accertato che tale intervento non provochi innalzamenti anomali del livello idrico, nel corso di fenomeni di allagamento, tali da provocare maggiori danni nelle aree adiacenti. Gli interventi devono assicurare il mantenimento e il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti. Come previsto dal comma 7 dell'art. 18 delle NTA del PAI, all'interno delle aree comprese in Fascia C il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine a eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti da fenomeni di allagamento dei locali interrati;

7. come previsto dal comma 7 dell'art. 18 delle NTA del PAI il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine a eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti da fenomeni di allagamento dei locali interrati;

8. in queste aree sono vietati lo stoccaggio e la realizzazione di discariche di ogni tipo di rifiuti.

Posizione	Denominazione zona	Quota minima (m.s.l.m.)
Sx Tanaro	Sponda sinistra del Tanaro fino alla ferrovia TO-AL	96,00
	A nord della ferrovia TO-AL fino all'Autostrada dei Trafori	95,50
	San Michele (tra l'Autostrada dei Trafori e la linea ferroviaria MI-AL)	94,50
	Tra la linea ferroviaria MI-AL ed il sanatorio T. Borsalino	93,50
	Tra sanatorio T. Borsalino e Ponte Tanaro / Autostrada dei Trafori	92,00
Dx Tanaro	Casalbagliano – C.na Guazzati	97,00
	C.na De Vercelli	95,50
	C.na Martini / Chiapponi	95,00
	Alessandria centro storico fino a v. Teresa Michel	94,00
	Quartiere Orti da v. Teresa Michel	93,00
	Interfluvio Tanaro / Bormida (C.na Mezzano)	92,00
Sx Bormida	C.na Clara / C.na Bona / Ponte della Maranzana	102,00
	Dal Ponte della Maranzana al ponte della Ferrovia AL-GE	96,00
	Dal Ponte della Ferrovia AL-GE al ponte della S.S. Padana Inferiore	93,50
	Area a nord della Tangenziale e centro urbano di Alessandria ("Alessandria 2000")	93,50
Dx Bormida	Dal ponte della Ferrovia AL-GE alla C.na Granera	95,50

Tabella A: Quote minime di abitabilità nelle aree di pianura interessate dalle classi geomorfologiche di tipo II e III

(...)

Interventi di minimizzazione del rischio idraulico

Nell'ambito dell'Atto di programmazione negoziata stipulato tra la società proponente Cicieffe s.r.l. e la città di Alessandria sono state stabilite le seguenti azioni di competenza del proponente, in materia di sicurezza idraulica:

“1.d) Per quanto riguarda la risoluzione delle problematiche di pericolosità idraulica nella zona oggetto di osservazione, si procederà alla progettazione degli eventuali interventi di adeguamento delle opere arginali correnti lungo il piede del rilevato della tangenziale di Alessandria; tali analisi e le correlate attività dovranno essere preventivamente condivise con l'Ufficio Tecnico Comunale e quindi autorizzata da AIPO; la successiva realizzazione delle opere arginali consentirà di raggiungere l'obiettivo di messa in sicurezza dell'area di intervento”.

Pertanto, in esecuzione a tale accordo, il Proponente, con nota acquisita al prot. AIPo n. 21092 del 06.08.2021 e con successiva nota integrativa acquisita al prot. AIPo n. 23366 del 08.09.2021, ha provveduto a presentare il progetto definitivo degli “Interventi di adeguamento di opere di difesa idraulica” alla Agenzia Interregionale per il fiume Po - Ufficio Operativo di Alessandria.

L'Agenzia Interregionale per il fiume Po - Ufficio Operativo di Alessandria, con nota prot. Doqui: A, 6.10.20/02_Pidr/749/2021A/PIAL3963/3, ha espresso PARERE FAVOREVOLE con prescrizioni.

In data 07 dicembre 2021 la società Gruppo PAM S.p.A., in qualità di incorporante della società CICIEFFE s.r.l., con decorrenza 31/10/2021, ha provveduto a trasmettere il progetto esecutivo delle opere di difesa idraulica, che è, all'attualità, in fase di istruttoria tecnica.

La quota di sommità dei rilevati arginali in progetto a protezione dei fornici è stata determinata in modo da garantire un franco idraulico di 1 m, rispetto alla piena di riferimento duecentennale.

Si riporta nel seguito una sintetica descrizione degli interventi previsti.

Descrizione degli interventi

La figura 2 rappresenta l'inquadramento planimetrico generale degli interventi di adeguamento delle opere di difesa idraulica.

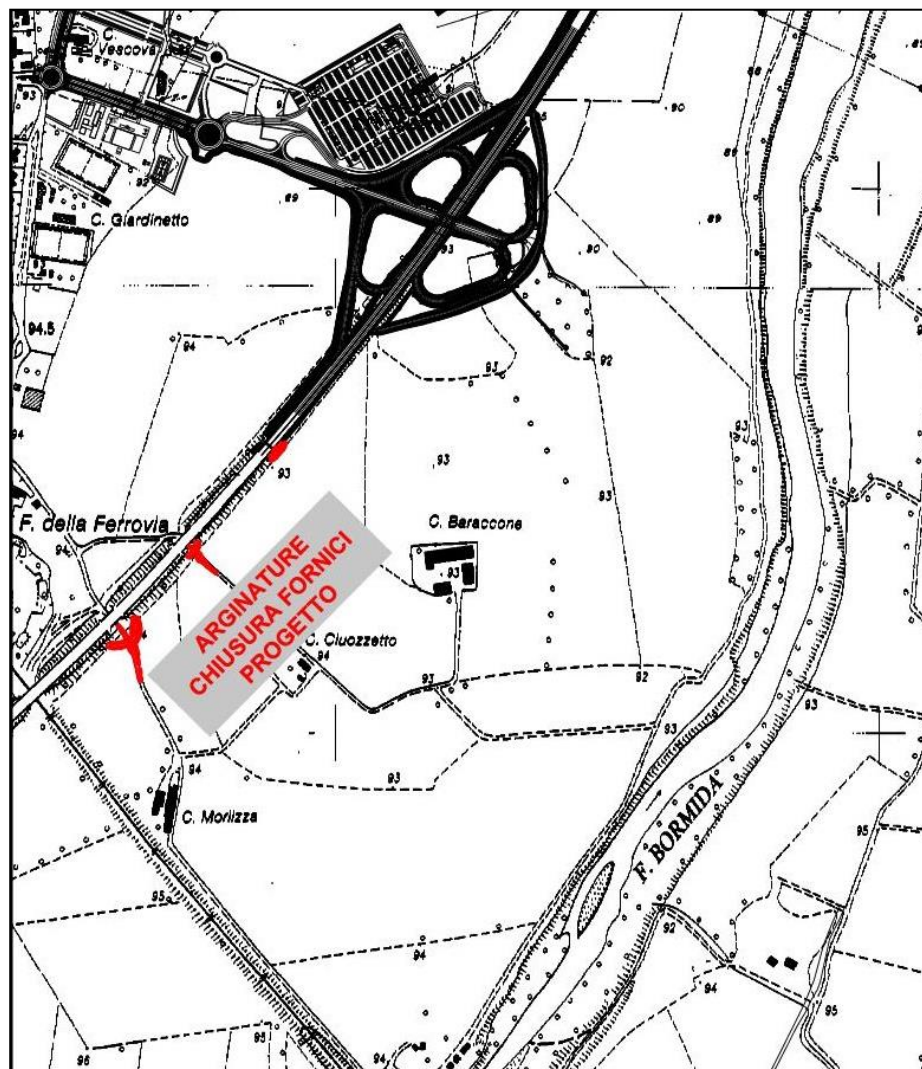


Figura 2: Planimetria inquadramento generale interventi di adeguamento opere di difesa idraulica

Gli interventi riguardano tre ambiti distinti.

Adeguamento difesa arginale opera 1

L'opera 1 rappresenta l'attuale fornice posto a servizio del ramo sud di via del Chiozzetto.

Allo stato attuale la via del Chiozzetto attraversa la S.S. n. 30 mediante opera scatolare in c.a.; superato lo scatolare di attraversamento, la strada sale in quota fino a raggiungere la quota di sommità di un sistema arginale che corre lungo i due cigli stradali. Le larghezze di tali rilevati arginali sono dell'ordine del metro e pertanto inadeguate.

L'opera in progetto prevede la realizzazione di un nuovo rilevato arginale sviluppato a quota 95.95 m slm (figura 3). La strada, conseguentemente, viene adeguata in quota fino a raggiungere la quota di massimo pari a 95.95 m slm. L'adeguamento altimetrico richiede la realizzazione di due rampe in salita e discesa di pendenza pari al 9.9% e 4.3% e rispettivamente.

La protezione del rilevato arginale al piede è garantita dalla realizzazione di un taglione in calcestruzzo di altezza 2.00 m e larghezza 1.00 m; la scarpata è inoltre protetta da un pacchetto antierosione formato da una membrana impermeabile ancorata al terreno, un materasso Reno di altezza 0.17 m e uno strato di terreno vegetale di copertura.

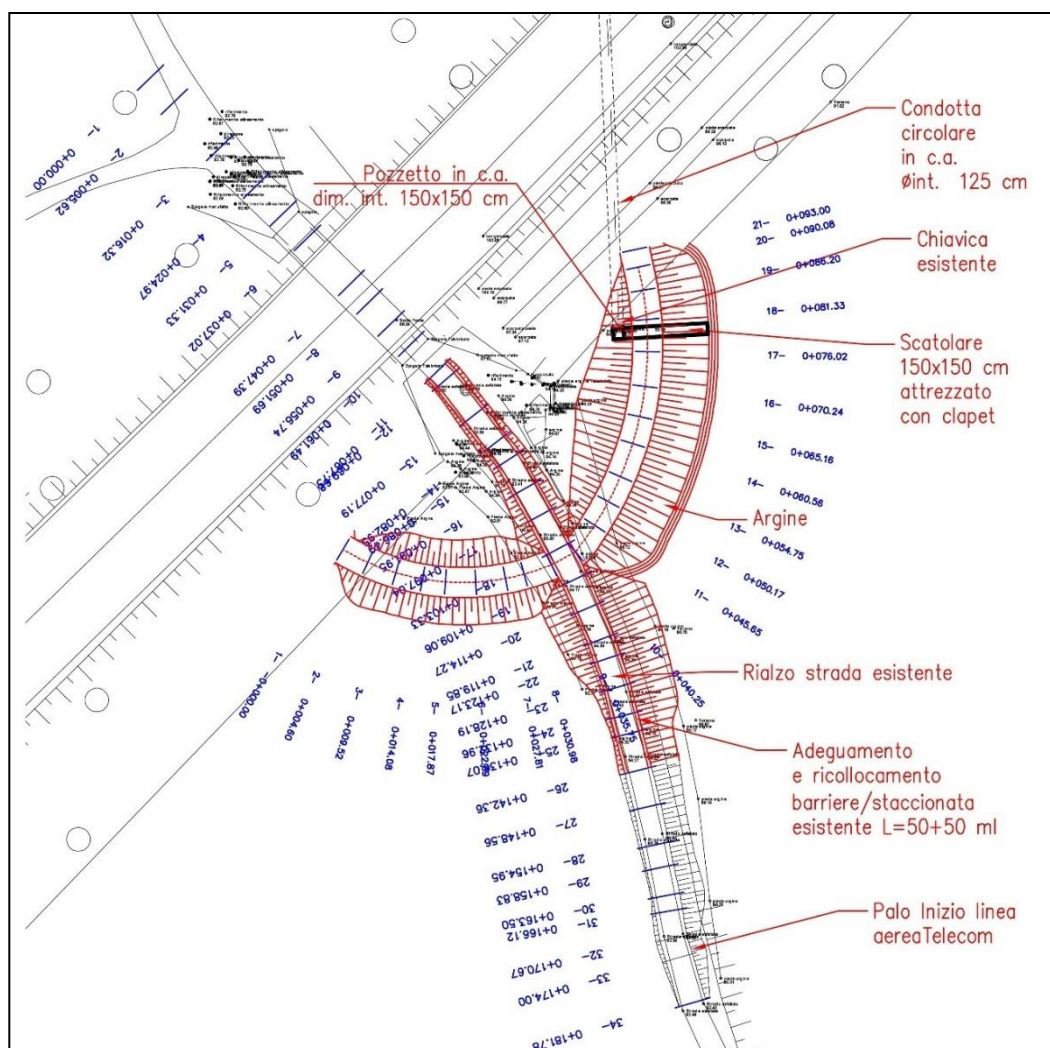


Figura 3: Arginatura chiusura fornice ramo sud Via del Chiozzetto – Planimetria

Adeguamento difesa arginale opera 2

L'opera 2 rappresenta l'attuale fornice posto a servizio del ramo nord di via del Chiozzetto. Allo stato attuale la via del Chiozzetto attraversa la S.S. n. 30 mediante un manufatto scatolare già parzialmente occluso da un rilevato posto in quota con l'opera di difesa arginale, realizzata immediatamente in fregio alla Strada Statale. La via del Chiozzetto, una volta superato l'attraversamento scatolare ed il rilevato arginale adiacente, scende a quota golenale.

L'opera in progetto prevede il mantenimento delle quote stradali in corrispondenza dell'opera di attraversamento e l'adeguamento altimetrico del rilevato arginale fino alla quota di 95.80 m slm (figura 4). La strada, conseguentemente, viene adeguata in quota con realizzazione di due rampe in salita e discesa di pendenza pari a 10.2% e 9.6% rispettivamente.

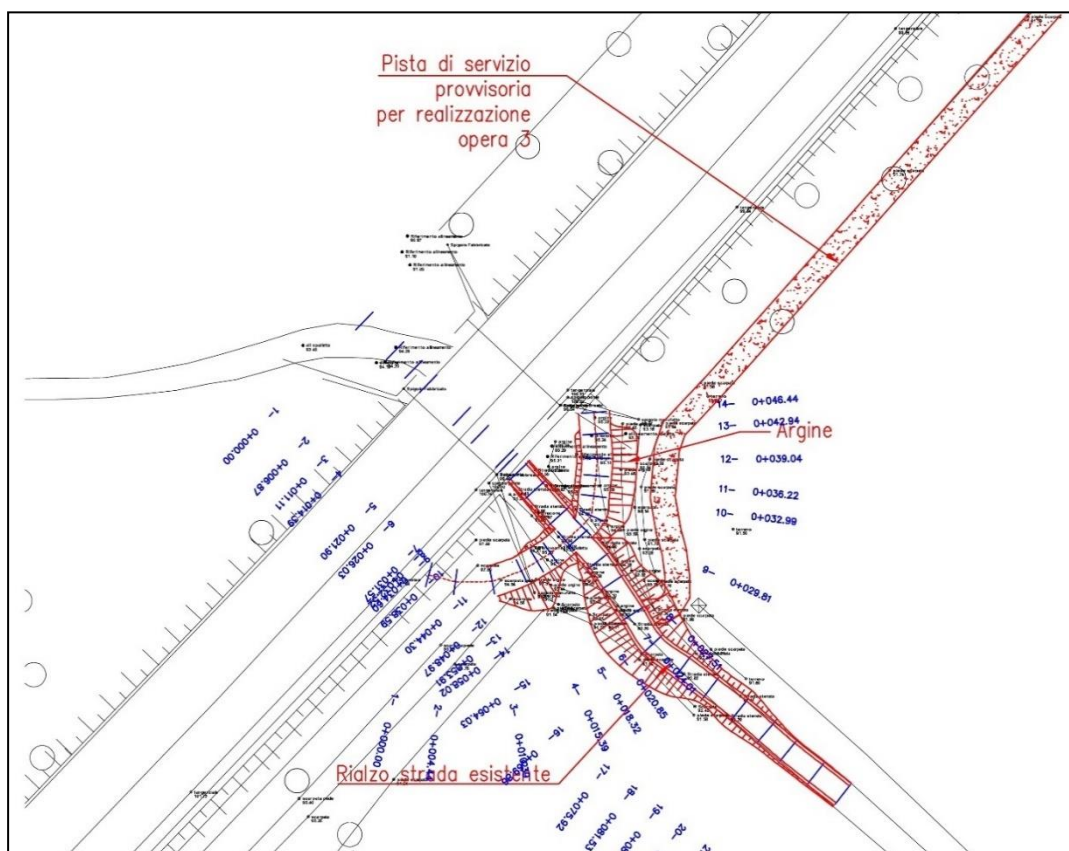


Figura 4: Arginatura chiusura fornice ramo nord Via del Chiozzetto – Planimetria

Adeguamento difesa arginale opera 3

L'opera 3 è costituita da un fornice a doppia canna (scatolare con setto intermedio) avente, alla data di costruzione della Strada Statale, funzione evidentemente idraulica. Allo stato attuale l'opera ha perso la funzione assegnata essendo stata chiusa da un rilevato arginale posto in fregio alla Strada Statale, in modo da impedire il deflusso delle acque verso le aree poste a nord della strada.

Stante la insufficienza del franco idraulico il progetto prevede l'adeguamento altimetrico dell'attuale opera arginale fino alla quota di sommità di 95.70 m slm (figura 5).

La protezione del rilevato arginale al piede è garantita dalla realizzazione di un taglione in calcestruzzo di altezza 2.00 m e larghezza 1.00 m; la scarpata è inoltre protetta da un pacchetto antierosione formato da una membrana impermeabile ancorata al terreno, un materasso Reno di altezza 0.17 m e uno strato di terreno vegetale di copertura.

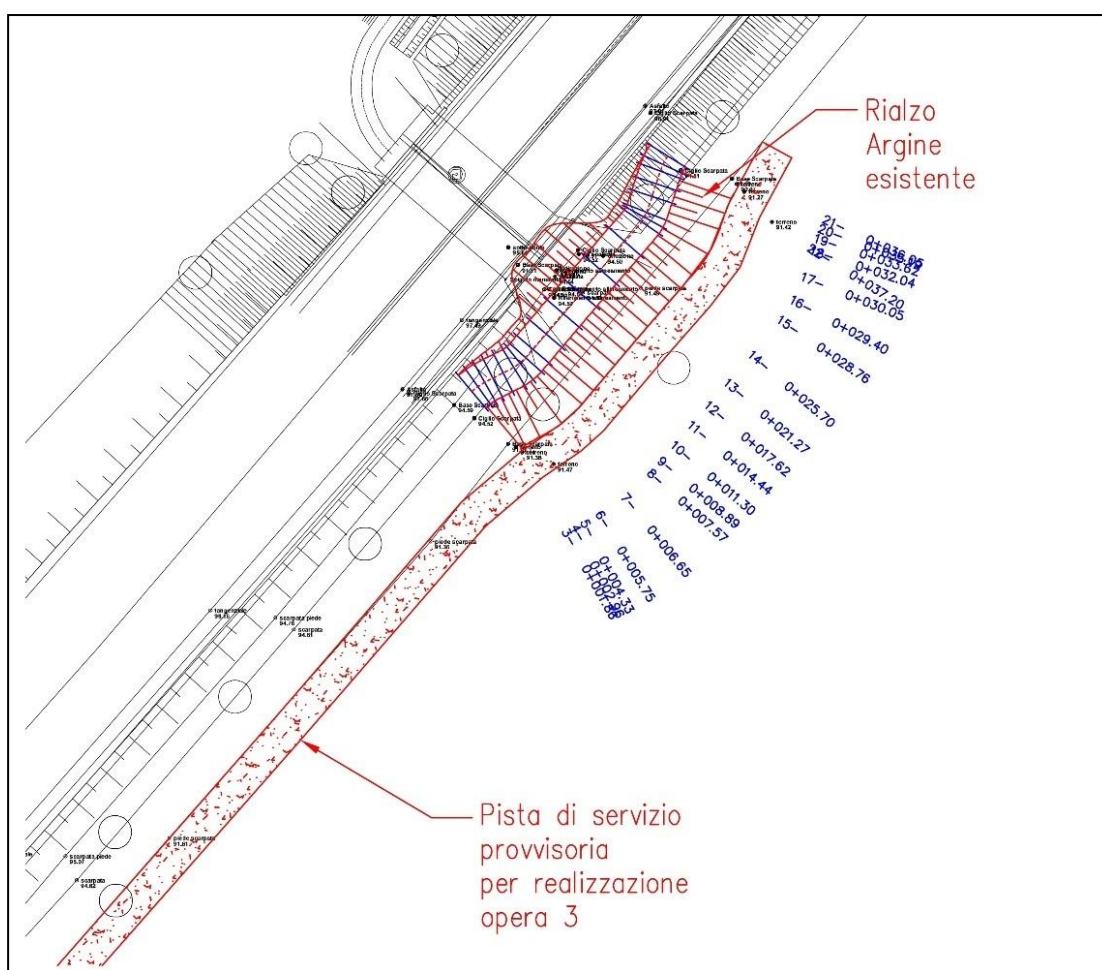


Figura 5: Arginatura chiusura terzo fornice – Planimetria

La realizzazione delle opere come sopra descritte consentirà:

- di realizzare le opere di adeguamento arginale riferite alla fascia B di progetto del PAI;
- opere di difesa e/o di riassetto territoriale di cui all'art. 51 NdA, ai fini della minimizzazione del rischio esistente sulla base della quale l'Amministrazione Comunale potrà consentire la costruzione di nuove edificazioni, con le limitazioni e le prescrizioni del medesimo art. 51.

Sistema di collettamento e recapito acque grigie e bianche

Le acque meteoriche che insistono sui piazzali interni privati e sulla viabilità e parcheggi esterni verranno smaltite attraverso una rete fognarie dedicate alle acque grigie; le acque che piovono al di sopra delle coperture / tetti, verranno smaltite attraverso una rete dedicata alle acque bianche.

Il tempo di ritorno dell'evento di riferimento è 20 anni per le tubazioni della rete fognaria e 200 anni per i bacini drenanti.

Il recapito finale delle acque grigie (preventivamente trattate) e delle acque bianche è costituito da tre bacini di laminazione ubicati a Est, Sud-Est e Nord-Est del perimetro dell'edificio.

I bacini drenanti laminano le portate con tempo di ritorno 200 anni e smaltiscono l'acqua per infiltrazione nel suolo.

Il bacino drenante sud-est, denominato bacino 1, ha una superficie di fondo di 3570 m² e una quota di fondo di 86.20 m s.l.m... Le scarpate del bacino hanno pendenza 3 di base e 2 di altezza. Il tirante idrico nel bacino di infiltrazione è pari a 2.00 m.

Il bacino drenante sud, denominato bacino 2, ha una superficie di fondo di 6400 m² e una quota di fondo di 87.80 m s.l.m... Le scarpate del bacino hanno pendenza 3 di base e 2 di altezza. Il tirante idrico nel bacino di infiltrazione è pari a 0.70 m.

Il bacino drenante nord-est, denominato bacino 3, ha una superficie di fondo pari a 6000 m², quota di fondo 86.30 m s.l.m. Le scarpate del bacino hanno pendenza 3 di base e 2 di altezza. Il tirante idrico nel bacino di infiltrazione è pari a 1.00 m.

Al piede delle dune di mascheratura presenti nelle aree verdi disposte nella porzione ovest del sito, tra la viabilità pubblica e il perimetro di intervento, sono previsti dei fossi di drenaggio perimetrali drenanti, in grado di smaltire le acque che ruscellano dalle loro scarpate.

CAPITOLO 9.0

Conclusioni

Nella presente relazione è stata esaminata la situazione geologica e stratigrafica di un'area in Comune di Alessandria in cui verrà realizzato un Piano Esecutivo Convenzionato denominato "QUARTIERE EUROPA - POLO LOGISTICO".

Il sito è caratterizzato da depositi alluvionali riconducibili da un punto di vista geologico ad alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale a Sud del Po, attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali ed in parte al Fluviale Recente" (Foglio n.70 Alessandria della Carta Geologica d'Italia).

Le indagini geognostiche hanno permesso di acquisire i principali parametri geotecnici del terreno necessari al Progettista al dimensionamento delle strutture di fondazione delle opere previste.

Nell'area oggetto d'indagine sono presenti fino ad una profondità media di 3,00 metri dal p.c. limi sabbiosi e sabbie poco compatte caratterizzate da scadenti parametri geotecnici e nel complesso poco permeabili. A partire da tale quota fino alla massima profondità d'investigazione pari a 15,00 metri dal p.c. sono state riscontrate sabbie ghiaiose e ghiaie eterogenee addensate e costipate, con intercalazioni di limi sabbiosi lentiformi.

L'area ricade in ZONA SISMICA 3, mentre le prove sismiche MASW hanno riscontrato terreni appartenenti alla Categoria B, di cui alla tabella del D.M. 17/01/2018.

Il piezometro a tubo aperto installato nel foro del carotaggio S02 (spinto fino alla quota di -15,00 metri dal p.c.) ha permesso di misurare la superficie della falda freatica alla quota di -7,00 metri dal piano campagna alla data del mese di maggio e giugno 2021.

In tale contesto geologico il piano di posa delle fondazioni delle strutture in progetto (continue in c.a.) dovrà superare il primo strato di terreno limoso sabbioso poco compatto ed esse potranno essere appoggiate ad una quota presunta minima di -3,00 metri dal piano campagna (UNITA' LITOTECNICA 2).

Considerando la situazione geotecnica per cui la rottura del terreno avvenga in condizioni non drenate (terreno coerente) e quindi la relativa resistenza possa essere espressa in termine di tensioni totali, il valore di Q_{lim} del terreno alla profondità d'imposta di -3,00 metri dal p.c. corrisponde a:

$$Q_{lim} = (s'_v \times N_q) + (C_u \times N_c)$$

APPROCCIO 2 (A1+M1+R3)

$$Q_{lim} = 297.73 \text{ KPa}$$

$$R_d (SLU) = Q_{lim} / 2,3 = 129.44 \text{ KPa}$$

dove:

s'_v medio = pressione litostatica alla profondità di 3,00 m dal piano campagna pari a 51.01 kPa;

$N_q = 1,00$ (primo parametro adimensionale equazione binomia di Terzaghi);

Valore medio di coesione tra UNITA' LITOTECNICA 2: C_u : 48.00 KPa;

$N_c = 5,14$ (secondo parametro adimensionale equazione binomia di Terzaghi);

Per quanto riguarda i cedimenti, i valori del modulo di sottofondo (K di Winkler) di cui alle stratigrafie allegate, permetterà di calcolarne i valori in relazione ai carichi agenti in riferimento agli SLE.

L'area dal punto di vista della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, nel PRGC vigente, risulta classificata in Classe IIIb α ; per tale motivo, in ottemperanza all'art. 51 delle NTA, l'edificabilità dell'area è condizionata alla presa d'atto dell'Amministrazione Comunale con riferimento all'avvenuta realizzazione degli interventi di minimizzazione del rischio. A tale proposito il progetto contempla la realizzazione degli interventi di adeguamento delle opere di difesa idraulica di tre forni posti in attraversamento alla S.S. 30; tali interventi, atti a garantire costantemente il franco idraulico di 1 m delle sommità arginali, rispetto alla quota di piena di riferimento duecentennale, sono state stabilite nell'ambito dell'Atto di programmazione negoziata stipulato tra la società proponente Cicieffe s.r.l. e la città di Alessandria.

In esecuzione a tale accordo, il Proponente, con nota acquisita al prot. AIPo n. 21092 del 06.08.2021 e con successiva nota integrativa acquisita al prot. AIPo n. 23366 del 08.09.2021, ha provveduto a presentare il progetto definitivo degli "Interventi di adeguamento di opere di difesa idraulica" alla Agenzia Interregionale per il fiume Po - Ufficio Operativo di Alessandria.

L'Agenzia Interregionale per il fiume Po - Ufficio Operativo di Alessandria, con nota prot. Doqui: A, 6.10.20/02_Pidr/749/2021A/PIAL3963/3, ha espresso PARERE FAVOREVOLE con prescrizioni.

In data 07 dicembre 2021 la società Gruppo PAM S.p.A., in qualità di incorporante della società CICIEFFE s.r.l., con decorrenza 31/10/2021, ha provveduto a trasmettere il progetto esecutivo delle opere di difesa idraulica, che è, all'attualità, in fase di istruttoria tecnica.

Sempre ai sensi dell'art. 51 NTA la edificabilità dell'area è condizionata all'accertamento dei punti seguenti:

- comma 1 art. 51 NTA accertamento geotecnico soddisfatto - nella redazione del presente documento, che comprende i risultati di prove geotecniche in sito volte ad accertare la quota di imposta delle fondazioni;
- comma 2 art. 51 NTA corretta regimazione delle acque: le acque di precipitazione diretta ed indiretta verranno raccolte in opportune vasche di laminazione e filtrazione, nel rispetto dei principi dell'invarianza idraulica;

- comma 3 art 51 NTA quota di sicurezza del piano di calpestio: facendo riferimento agli elaborati di progetto si evince che la quota di progetto dell'edificio è posta pari a 93.50 m s.l.m. e pertanto nel pieno rispetto della quota stabilita dalla Tabella A "Quote minime di abitabilità nelle aree di pianura interessate dalle classi geomorfologiche di tipo II e III", per il settore indagato.

- comma 6 art 51 NTA compatibilità regimazione acque con la realizzazione dei rilevati: il progetto prevede la realizzazione di innalzamenti del piano campagna dovuti alla nuova viabilità di accesso ed al rilevato posto al disotto dell'edificio; le altezze dei rilevati in questione variano mediamente nell'intervallo 0.50-2.00 m; le reti di smaltimento delle acque grigie e bianche, dimensionate per un tempo di ritorno di 20 anni, consentono di recapitare le acque di precipitazione nei tre bacini di filtrazione previsti, laddove i livelli idrici previsti hanno un franco rispetto alle quote di piano campagna variabile da 2.50 a 4.00 m; l'intervento pertanto non può provocare innalzamenti anomali dei livelli idrici in concomitanza con eventi meteorici rilevanti, né per tale ragione cagionare maggiori danni alle aree adiacenti.

Per tutto quanto sopra esposto ed in particolare sulla base delle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche, rilevate per l'area in esame, non si riscontrano impedimenti di carattere geologico-tecnico alla realizzazione delle opere di progetto purché le stesse vengano realizzate nel rispetto delle citate prescrizioni geologiche previste dal PRGC, delle raccomandazioni inerenti la corretta regimazione delle acque superficiali e della realtà geolitologica, sopra dettagliatamente descritte.

Valenza, 11 maggio 2022



In fede

Dott. Cavalli Andrea

Si allegano le relazioni integrative relative alle prove di permeabilità effettuate nel mese di agosto 2021 e misura freaticmetrica nel piezometro S02 effettuata nel mese di maggio 2022.

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ALESSANDRIA

COMUNE DI ALESSANDRIA

OGGETTO

***INTERVENTO DI SVILUPPO PER LA COSTRUZIONE DI UN
EDIFICIO DESTINATO AD ATTIVITA' LOGISTICA/DEPOSITO
IN ALESSANDRIA***

TERRENI DI PROPRIETA'

INTEGRAZIONE INDAGINE GEOLOGICA

ESECUZIONE DI PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO

Premessa

Alla data del 28 luglio 2021 presso l'area oggetto d'indagine sono state effettuate n.5 **prove di permeabilità a carico variabile** nei fori di carotaggio in corrispondenza dei punti L01-L02-L03-L04-L05 indicati in planimetria, a quote comprese tra -3,00 e -5,00 metri dal piano campagna.

Le prove sono state effettuate seguendo le seguenti specifiche tecniche.

1) Preparazione foro:

- a) Posizionamento su ogni punto d'indagine di apposita sonda carotatrice.
- b) Esecuzione di una perforazione verticale, a secco, utilizzando un carotiere (diam 101 mm) fino alla quota di -3,00/-5,00 metri dal piano campagna.
- c) Infissione nel foro di sondaggio di un rivestimento metallico (diam 127 mm) a sostegno della parete del foro.
- d) Esecuzione di una perforazione di 0,20 cm circa di spessore a fondo foro, al fine di eliminare i residui di terreno fine e/o tappi di fondo foro (a secco).
- e) Immissione nel rivestimento di acqua fino all'estremità superiore ed attesa del tempo di saturazione del terreno (circa 10 min).
- f) Rabbocco acqua nel rivestimento fino al raggiungimento del livello massimo del rivestimento estremità superiore.

2) Inizio prova;

Acquisizione misure livelli piezometrici (abbassamenti livelli idrici nel foro di sondaggio) mediante strumentazione freaticometrica Pasi (water level indicator) MOD. BFK50 1 cm.

3) Metodologia

La formula di calcolo della permeabilità è la seguente

$$K = A / CL \times (t^2 - t^1) \times \ln(h^1/h^2)$$

Dove:

A = area di dase elemento drenante (rivestimento acciaio diametro 127 mm), pari a 0,01267 m²;

h1 e h2 = altezze idrauliche rivestimento rispetto i tempi t1 e t2.

CL = costante di forma: $2\pi D + L = 0,2$ (metri)

t2-t1 = durata della prova a carico variabile;

Nelle formule tutte le distanze sono espresse in metri, i tempi in secondi e le portate in mc/sec.

Il valore risultante della permeabilità è espresso quindi in metri/sec.

PERMEABILITA' CAROTAGGIO L01			
PROFONDITA' 5,00 METRI			
TERRENI SABBIOSI E GHIAIOSI			
DATA			
28/07/2021			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRALICO COLONNA RIVESTIMENTO 500 cm (DIAMETRO RIVESTIMENTO 127 mm)		
30	2,00	Permeabilità K (m/sec)	8,46 x 10-6
60	3,80	Permeabilità K (m/sec)	7,64 x 10-6
120	6,90	Permeabilità K (m/sec)	6,62 x 10-6
180	9,60	Permeabilità K (m/sec)	5,80 x 10-6
300	15,50	Permeabilità K (m/sec)	6,39 x 10-6
600	31,60	Permeabilità K (m/sec)	7,14 x 10-6
900	44,50	Permeabilità K (m/sec)	5,90 x 10-6
1800	80,50	Permeabilità K (m/sec)	5,79 x 10-6
		Perm medio K (m/sec)	6,72 x 10-6



Prova permeabilità L01

PERMEABILITA' CAROTAGGIO L02 PROFONDITA' 5,00 METRI TERRENI SABBIOSI E LIMOSI			
DATA			
28/07/2021			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRALICO COLONNA RIVESTIMENTO 500 cm (DIAMETRO RIVESTIMENTO 127 mm)		
30	5,00	Permeabilità K (m/sec)	2,12 x 10 ⁻⁵
60	13,00	Permeabilità K (m/sec)	3,44 x 10 ⁻⁵
120	25,50	Permeabilità K (m/sec)	2,74 x 10 ⁻⁵
180	37,00	Permeabilità K (m/sec)	2,59 x 10 ⁻⁵
300	73,50	Permeabilità K (m/sec)	4,33 x 10 ⁻⁵
600	126,3	Permeabilità K (m/sec)	2,79 x 10 ⁻⁵
900	171,0	Permeabilità K (m/sec)	2,69 x 10 ⁻⁵
1800	271,0	Permeabilità K (m/sec)	2,55 x 10 ⁻⁵
		Perm medio K (m/sec)	2,91 x 10⁻⁵



Prova permeabilità L02

PERMEABILITA' CAROTAGGIO L03 PROFONDITA' 3,00 METRI TERRENI GHIAIOSI E SABBIOSI A MATRICE LIMOSA			
DATA			
28/07/2021			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRALICO COLONNA RIVESTIMENTO 300 cm (DIAMETRO RIVESTIMENTO 127 mm)		
30	0,50	Permeabilità K (m/sec)	3,52 x 10-6
60	1,20	Permeabilità K (m/sec)	4,94 x 10-6
120	2,60	Permeabilità K (m/sec)	4,96 x 10-6
180	4,10	Permeabilità K (m/sec)	5,34 x 10-6
300	7,10	Permeabilità K (m/sec)	5,38 x 10-6
600	15,30	Permeabilità K (m/sec)	6,00 x 10-6
900	24,10	Permeabilità K (m/sec)	6,63 x 10-6
1800	49,50	Permeabilità K (m/sec)	6,80 x 10-6
		Perm medio K (m/sec)	5,44 x 10-6



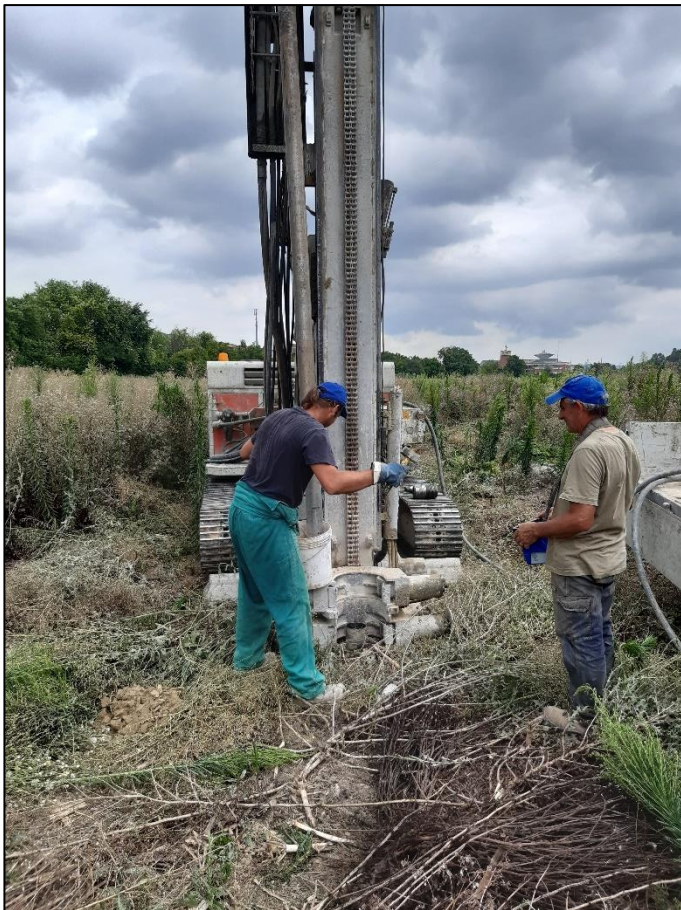
Prova permeabilità L03

PERMEABILITA' CAROTAGGIO L04 PROFONDITA' 4,00 METRI TERRENI LIMOSI E SABBIOSI			
DATA			
28/07/2021			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRALICO COLONNA RIVESTIMENTO 400 cm (DIAMETRO RIVESTIMENTO 127 mm)		
30	0,50	Permeabilità K (m/sec)	2,64 x 10-6
60	1,00	Permeabilità K (m/sec)	2,64 x 10-6
180	4,50	Permeabilità K (m/sec)	4,65 x 10-6
300	8,00	Permeabilità K (m/sec)	4,69 x 10-6
600	9,80	Permeabilità K (m/sec)	9,72 x 10-7
900	18,20	Permeabilità K (m/sec)	4,59 x 10-6
1800	34,60	Permeabilità K (m/sec)	3,09 x 10-6
		Perm medio K (m/sec)	3,33 x 10-6



Prova permeabilità L04

PERMEABILITA' CAROTAGGIO L05 PROFONDITA' 4,00 METRI TERRENI SABBIOSI E LIMOSI			
DATA			
28/07/2021			
TEMPI (sec)	ABBASSAMENTI (cm) CARICO IDRALICO COLONNA RIVESTIMENTO 400 cm (DIAMETRO RIVESTIMENTO 127 mm)		
15	0,10	Permeabilità K (m/sec)	1,06 x 10 ⁻⁶
30	0,20	Permeabilità K (m/sec)	1,06 x 10 ⁻⁶
60	0,30	Permeabilità K (m/sec)	5,28 x 10 ⁻⁷
180	0,70	Permeabilità K (m/sec)	5,28 x 10 ⁻⁷
300	0,90	Permeabilità K (m/sec)	2,64 x 10 ⁻⁷
600	1,80	Permeabilità K (m/sec)	4,77 x 10 ⁻⁷
900	4,00	Permeabilità K (m/sec)	1,17 x 10 ⁻⁶
1800	8,00	Permeabilità K (m/sec)	7,14 x 10 ⁻⁷
6300	32,00	Permeabilità K (m/sec)	8,89 x 10 ⁻⁷
		Perm medio K (m/sec)	7,43 x 10⁻⁷



Prova permeabilità L05

Conclusioni

Le prove di permeabilità in foro effettuate nei fori di carotaggio a profondità variabili da -3 a -5 metri dal piano campagna alla data del 28 luglio 2021. hanno individuato valori i seguenti valori medi permeabilità (K).

L01

K = 6,72 x 10⁻⁶ m/sec

L02

K = 2,91 x 10⁻⁵ m/sec

L03

K = 5,44 x 10⁻⁶ m/sec

L04

K = 3,33 x 10⁻⁶ m/sec

L05

K = 7,43 x 10⁻⁷ m/sec

I valori di K evidenziano un terreno dotato maggiore permeabilità in corrispondenza del punto L02 e secondariamente nel punto L01, mentre il valore più basso di K è stato riscontrato in corrispondenza del punto L04.

Nel complesso trattasi di terreni alluvionali incoerenti dotati di medio bassi valori di permeabilità intrinseca, a causa della presenza di elevata frazione fine (limi, limi sabbiosi e sabbie) soprattutto entro i primi 3/4 metri della colonna stratigrafica.

Valenza, 3 agosto 2021

In fede

Dott. Cavalli Andrea



REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ALESSANDRIA

COMUNE DI ALESSANDRIA

OGGETTO

***INTERVENTO DI SVILUPPO PER LA COSTRUZIONE DI UN
EDIFICIO DESTINATO AD ATTIVITA' LOGISTICA/DEPOSITO
IN ALESSANDRIA***

TERRENI DI PROPRIETA'

SOC. CI CIEFFE SRL

***MISURA PIEZOMETRICA LIVELLO FALDA FREATICA
PIEZOMETRO S02***

La presente nota integrativa alla relazione geologica di cui all'oggetto, elaborata dallo scrivente alla data del 12 giugno 2021, riguarda la misura del livello della falda effettuata nel piezometro presso l'area d'indagine.

MISURE PIEZOMETRICHE FALDA FREATICA

Piezometro S02 area edificazione Panorama

Maggio/giugno 2021: -7,00 metri dal p.c.

Maggio 2022: -8,00 metri dal p.c.

Valenza, 5 maggio 2022

In fede

Dott. Cavalli Andrea

