COMUNE DI CASCINA

Provincia di Pisa

Piano di lottizzazione di iniziativa privata con contestuale variante al R.U. per Insediamenti Produttivi (P.R.38.2) PIP Cascina Est, comp.2 via del Fosso Vecchio UTOE 38- Cascina

Proprietà

Forte s.r.l.
Comune di Cascina

Studio Arch. Marco Malloggi - Ing. Giorgio Grazian

RELAZIONE IDROGEOLOGICO / IDRAULICA

COMUNE DI CASCINA - (Pisa)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE CON CONTESTUALE VARIANTE PER INSEDIAMENTI PRODUTTIVI PIP CASCINA EST, VIA DEL FOSSO VECCHIO

- LOC. CASCINA -

RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE IDROLOGICO/IDRAULICA

(L.R. 3 gennaio 2005 n. 1, art. 62 – D.P.G.R. 25 Ottobre 2011 n. 53/R)

COMMITTENTI:	FORTE S.R.L. COMUNE DI CASCINA
GEOLOGO:	DOTT. GEOL. SAMUELE MORANDI
DATA:	MAGGIO 2017

IL GEOLOGO

Dr. Geol. Samuele Morandi

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Toscana con numero di riferimento 1478

Dott. SAMUELE MORANDI – Geologo
Via della Costituente, 17 – 56024 Ponte a Egola (Pisa)
Tel. 338/4170741 e-mail: morandisamuele@tiscali.it
Sito web: http://www.studiolithos.it

SOMMARIO

1 PREMESSA 3

2 INQUADRAMENTO 4

2.1 Ubicazione 4

2.2 Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico 4

3 INQUADRAMENTO SISMICO 6

3.1 Categorie del suolo di fondazione 7

3.2 Metodologia sismica Down - Hole 9

3.3 Indagine eseguita, acquisizione ed elaborazione dati 12

3.4 Risultati 14

4 CLASSIFICAZIONE DELL'AREA IN TERMINI DI PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ (SECONDO LE CARTOGRAFIE PRODOTTE A SUPPORTO DEL R.U. COMUNALE – D.P.G.R. 25 OTTOBRE 2011, N° 53/R). 18

4.1 Carta della Pericolosità Geologica 18

4.2 Carta della Pericolosità Idraulica 18

4.3 Carta della Pericolosità sismica 19

4.4 Carta delle aree con problematiche idrogeologiche 19

4.5 Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267 del 30/12/1923) 19

4.6 Definizione della Fattibilità 19

5 STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO 23

6 INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO DI LOTTIZZAZIONE 25

7 PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE MODALITA' DI INTERVENTO 26

7.1 Accorgimenti tecnici relativi al fenomeno della subsidenza 27

8 MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA RELATIVAMENTE ALLE ACQUE METEORICHE IN ESUBEO A SEGUITO DELL'IMPERIEMABILIZZAZIONE DEI SUOLI (INVARIANZA IDRAULICA). 28

8.1 – caratteristiche del comparto 29

8.2 –calcolo delle portate di deflusso e interventi di messa in sicurezza relativamente alle acque di prima pioggia (salvaguardia del reticolo idrografico)..... 30

– Caratteristiche dell'area..... 30

- Calcolo delle portate affluenti al reticolo idrografico 30

8.3- Opere in progetto per garantire l'invarianza idraulica 33

9 CONCLUSIONI 35

1 PREMESSA

Nella presente relazione si riferisce di uno studio geologico – tecnico finalizzato alla definizione della fattibilità geologica relativa ad un **piano di lottizzazione con contestuale variante per insediamenti produttivi - PIP Cascina Est, Via del Fosso Vecchio** (vedi corografia di figura 1 allegata).

Tale progetto prevede la realizzazione di due nuovi fabbricati industriali e l'ampliamento di un capannone esistente per una superfici coperta complessiva di circa 9400 mq (vedi planimetria generale del comparto in tavola 1).

Il piano attuativo prevede, inoltre, la realizzazione di una tratto di strada sul confine sud del comparto che sarà raccordata alla viabilità limitrofa pertinenziale alla zona industriale (vedi planimetria di tavola 1).

Per i particolari architettonici ed urbanistici relativi a tale progetto si rimanda comunque per esteso alle tavole redatte dal progettista.

Dopo un inquadramento di carattere geo-morfologico della zona di intervento e di un suo congruo intorno, viene illustrata la ricostruzione geostratigrafica dell'area resa possibile attraverso una compagna geognostica eseguita in sito attraverso:

- la realizzazione di n. 4 prove penetrometriche statiche all'interno del comparto e spinte ad una quota massima dall'attuale p.c. di circa - 12.0 m (vedi allegato 1);
- Un carotaggio spinto ad una quota dal p.c. di – 32,0 m realizzato nel Giugno 2012 nell'ambito del progetto per l'ampliamento di un fabbricato industriale adiacente al comparto urbanistico (vedi planimetria di tavola 1). Durante l'avanzamento di tale sondaggio è stato prelevato un campione indisturbato di terreno sottoposto a prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisico/meccanici (vedi allegato 2).
- Un indagine sismica di tipo Down-Hole realizzata all'interno del suddetto sondaggio al fine di individuare la categoria sismica di suolo e quindi la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità.

Si riporta, inoltre, l'inquadramento dell'area di intervento in termini di pericolosità secondo le cartografie prodotte a supporto del vigente Regolamento Urbanistico

Comunale; tali cartografie sono state redatte nel rispetto di quanto dettato dall'**art. 62 della L.R. 3 gennaio 2005, n. 1 e del D.P.G.R. 53/R-2011**.

Si suggeriscono, infine, i più idonei criteri di intervento per la realizzazione degli interventi previsti dal piano attuativo prendendo in considerazione le prescrizione tecniche e le classi di fattibilità già individuate nella **specifica scheda norma** contenuta nella relazione geologica realizzata a supporto della Variante di Monitoraggio al Regolamento Urbanistico comunale (dicembre 2014).

2 INQUADRAMENTO

2.1 Ubicazione

L'area interessata dal piano attuativo in esame è costituita da un lotto di terreno pianeggiante, di circa 16700 mq, ubicato nel territorio comunale di Cascina al margine orientale della zona industriale compresa tra la Via del Fosso Vecchio a Nord e la S.S. 67 bis Arnaccio a Sud (vedi corografia di figura 1 allegata).

2.2 Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico

Tale zona presenta una conformazione morfologica pressoché pianeggiante, tipica di piana alluvionale, con quote assolute sul livello medio marino di circa 5.50 m.

Dal punto di vista strettamente geologico, l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali attuali costituiti essenzialmente da alternanze di limi e argille legati alle esondazioni del Fiume Arno. Il tutto è riferibile all'Olocene, ovvero alle formazioni sommitali del "Complesso Neoautoctono" (vedi stralcio di carta geologica di figura 2).

La stratigrafia di dettaglio, è stata comunque accertata in sito tramite l'esecuzione:

- di n° 4 prove penetrometriche statiche spinte ad una profondità massima dal p.c. locale di – 12.0 m (vedi allegato 1).
- di n. 1 sondaggio spinto ad una profondità di 32 m all'interno del quale è stata realizzata una prova sismica Down-hole per la classificazione del suolo secondo quando prescritto dal D.M.

14/01/08. Tale sondaggio è stato realizzato a carotaggio continuo sino alla profondità di – 10 m e durante l'avanzamento è stato prelevato n. 1 campione indisturbato sottoposto successivamente a prove di laboratorio per la definizione dei parametri fisico-meccanici (vedi log. stratigrafico di figura 9). Il carotaggio è stato realizzato nel Giugno 2012 nell'ambito del progetto per l'ampliamento del fabbricato industriale limitrofo al comparto urbanistico (vedi planimetria generale di tavola 1).

L'ubicazione delle prove e del sondaggio effettuato è riportata nella planimetria di tavola 1 allegata.

La correlazione dei dati emersi da tali indagini, ha permesso la ricostruzione dell'assetto litostratigrafico dell'area in esame rappresentata nella sezione di tavola 1. Da tale sezione si rileva una sostanziale omogeneità stratigrafica con un livello prevalentemente limoso riscontrato sino ad una quota di 4/5 m dal p.c. attuale; al di sotto di tale livello prevalgono terreni argillosi mediamente compatti.

Dal punto di vista idrogeologico, i sedimenti (argille, limi, sabbie e torbe) che costituiscono il sottosuolo dell'area, depositati nel tempo soprattutto dal fiume Arno, hanno generato un'estrema differenziazione idrogeologica. La circolazione idrica nel sottosuolo avviene in acquiferi incoerenti (sabbie e ghiaie) che vanno a costituire dei livelli più o meno permeabili in dipendenza di una porosità primaria elevata. Tali livelli, spesso discontinui e lenticolari, mostrano ciascuno differenti valori dei coefficienti di permeabilità e di immagazzinamento con conseguente difficoltà nell'individuare ed interpretare gli scambi idrici e le variazioni piezometriche.

Si possono cosi individuare varie falde sovrapposte, talvolta gradualmente e localmente tra loro coalescenti, ciascuna caratterizzata da un proprio livello piezometrico.

Dai dati stratigrafici desunti dalla campagna geognostica effettuata all'interno del comparto appare evidente che sino alla profondità indagata (10,0 m dal p.c.) prevalgono terreni coesivi caratterizzati da bassa permeabilità, ciò nonostante non

è da escludere la presenza di livelli e/o lenti sabbiose direttamente alimentati dalle precipitazioni ed in scambio idrico di drenaggio con la rete idrica minore.
Attraverso una canna piezometria installata all'interno del foro penetrometrico della prova CPT3 (vedi tavola 1) è stato rilevata acqua ad una quota dal p.c. di circa – 3.0 m dall'attuale p.c. (aprile 2016).

3 INQUADRAMENTO SISMICO

Il territorio del Comune di **Cascina**, classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982, in seguito all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 e successivamente con Deliberazione GRT n° 878 del 8 Ottobre 2012 della Regione Toscana, viene inserito nella zona sismica 3 alla quale corrisponde un accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, di 0.15 ag/g.
Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, invece, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".
L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi "stati limite" presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di intervento, che rappresenta l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.
La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo, in un detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. In base a quanto riportato nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" $\mathbf{V_R}$, legato alla "vita nominale" dell'edificio in progetto $\mathbf{V_N}$ ($V_R = V_N x Cu$ dove Cu è il coefficiente d'uso legato alla categoria dell'edificio), e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR.
Per descrivere la pericolosità sismica in un generico sito con un livello di precisione sufficiente, sia in termini geografici che in termini temporali, i risultati dello studio di pericolosità sismica devono essere forniti:

a) in corrispondenza dei punti di un reticolo ("reticolo di riferimento") i

cui nodi, individuati in termini di latitudine e longitudine, debbono distare di un passo ≤ 0,05°;

b) per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadendo in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;

c) in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sottosuolo rigido affiorante.

In particolare, i caratteri del moto sismico sul sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica PVR.

a_g = accelerazione massima al sito;

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il valore di ag viene desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dall' INGV, mentre Fo e TC* vengono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tenere conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e della morfologia di superficie (con la determinazione della categoria di sottosuolo specifica del sito e dei coefficienti di amplificazione topografica **ST** e stratigrafica **Ss**).

3.1 Categorie del suolo di fondazione

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

La classificazione deve riguardare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (bedrock) ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera. Sulla base di quanto riportato nel "Testo Unico – Norme tecniche per le costruzioni" i terreni possono essere classificati sulla base del valore di **Vs30** (velocità media delle onde sismiche di taglio) ed in base a tale grandezza si identificano le seguenti categorie del suolo di fondazione (Tabella 3.2.II – categorie di sottosuolo):

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs_{30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30}$ > 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u,30}$ >250 kPa nei terreni a grana fine).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs_{30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero 15 < $N_{SPT,30}$ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < $c_{u,30}$ <250 kPa nei terreni a grana fine).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs_{30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30}$ < 15 nei terreni a grana grossa e $c_{u,30}$ <70 kPa nei terreni a grana fine).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con Vs>800 m/s).

Tabella 1

La velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{I=1,N} h_i/V_i}$$

dove hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio < 10-6) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Nel caso specifico per l'individuazione della categoria di suolo e quindi per l'individuazione del parametro Vs30 viene fatto riferimento ad un **indagine sismica realizzata nel Giugno 2012 all'interno del foro del sondaggio S1** (vedi planimetria di tavola 1) nell'ambito del progetto per l'ampliamento del fabbricato industriale adiacente al comparto urbanistico in esame (indagine Down – hole).

3.2 Metodologia sismica Down - Hole

La prova sismica Down-Hole consiste nella misurazione del tempo di percorso delle onde di compressione (onde P) e di taglio (onde S) nel tragitto tra la sorgente sismica posta in superficie ed i ricevitori posti all'interno di un foro di sondaggio opportunamente predisposto (vedi figura I).

Il terreno viene energizzato in superficie ad una distanza di circa 1, 50 m dalla testa del foro attraverso una mazza battente.

Il sistema di acquisizione è formato, nel caso specifico, da una sonda costituita da 5 geofoni da 10 Hz di cui uno orientato lungo la direzione verticale e quattro orientati orizzontalmente in modo da garantire la lettura dei primi arrivi in ogni condizione.

Tale sistema di acquisizione, quindi, è in grado di registrare simultaneamente sui 5 canali distinti le tracce provenienti dai 5 geofoni orientati.

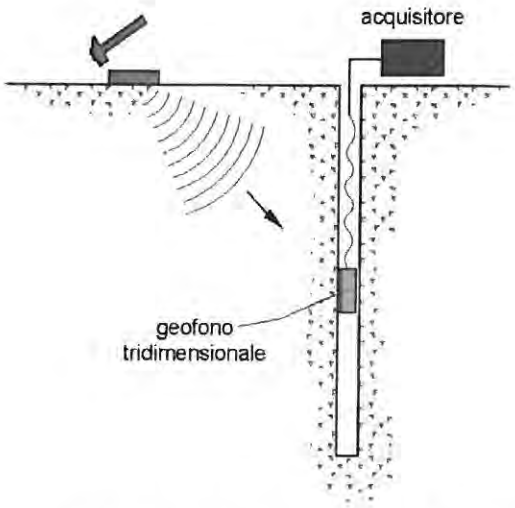


Figura I – Schema down hole ad un solo ricevitore

Energizzando il terreno in superficie e misurando i tempi di arrivo delle onde P ed S ai geofoni, si ha la possibilità di determinare la velocità delle onde sismiche nei litotipi attraversati dalla perforazione nonché i moduli elastici dei terreni.
L'energizzazione dunque genera onde elastiche longitudinali (P) e trasversali (S) che si propagano in tutte le direzioni; in particolare le onde longitudinali (figura II) si propagano mediante oscillazioni delle particelle che costituisco il mezzo attraversato nella stessa direzione della propagazione dell'onda. Di conseguenza il mezzo sarà soggetto principalmente a sforzi di compressione e dilatazione e la velocità dell'onda sarà anche funzione del modulo di incompessibilità (K) o compressibilità volumetrica (Ev), che esprime la resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, oltre che dal modulo di rigidità detto anche modulo di taglio (G) e dalla densità (ρ):

$$Vp = \sqrt{\frac{Ev + 4G/3}{\rho}}$$

Le onde trasversali (figura II) si propagano mediante oscillazioni delle particelle del mezzo perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Di conseguenza il mezzo sarà soggetto a sforzi di taglio e la velocità delle onde sarà funzione della resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, che è espressa dal modulo di rigidità o di taglio (G):

$$Vs = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

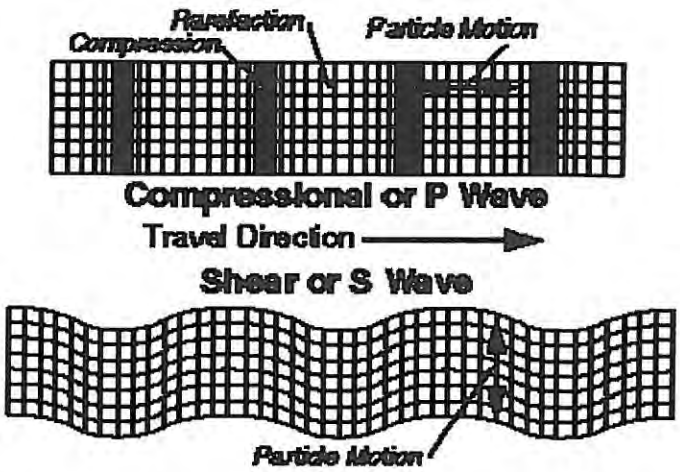


Figura II - Rappresentazione grafica della direzione di oscillazione delle particelle che costituiscono il mezzo nel caso della propagazione di onde logitudinali P (direzione di oscillazione coincidente con quella di propagazione dell'onda) e onde di taglio S (direzione di oscillazione perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda)

Onde di compressione e di taglio sono quindi caratterizzate da diverse velocità di propagazione; attraverso lo studio dei tempi di percorso di tali onde e quindi della velocità, si può risalire alla disposizione geometrica e alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nell'area di indagine.

Note le velocità Vp e Vs che vengono ottenute direttamente tramite le misure acquisite durante lo svolgimento della prova sismica, possono essere ricavate alcune proprietà meccaniche, quali:

1) coefficiente di Poisson medio:

$$\nu_{medio} = 0.5\frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

2) modulo di deformazione a taglio medio:

$$G_{medio} = \rho V_s^2$$

3) modulo di compressibilità edometrica medio:

$$E_{dmedio} = \rho V_p^2$$

4) modulo di Young medio:

$$E_{medio} = 2\rho V_s^2 (1+\nu)$$

5) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$E_{vmedio} = \rho\left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2\right)$$

3.3 Indagine eseguita, acquisizione ed elaborazione dati

L'indagine eseguita in sito è stata condotta all'interno del foro di sondaggio S1 nel Giugno 2012 nell'ambito del progetto per l'ampliamento del fabbricato adiacente al comprato urbanistico in esame; nella planimetria di tavola 1 viene riportata l'ubicazione di tale prova.

Il sondaggio S1 è stato spinto sino ad una quota di – 32,0 m dal p.c. naturale ed attrezzato, per la prova sismica, calando all'interno un tubo in PVC di 3 pollici di diametro e cementando adeguatamente l'intercapedine tra perforo e tubo.

L'indagine è stata eseguita mediante un sismografono SARA Do.Re.Mi. collegato ad una sonda equipaggiata con n. 5 geofoni da 10 Hz orientati secondo direzioni ortogonali (n. 1 geofono verticale e n. 4 geofoni orizzontali).

La generazione delle onde di compressione è stata ottenuta battendo in senso verticale una piastra di alluminio con un martello da 4.0 Kg; mentre per la generazione delle onde di taglio SH è stata utilizzata una trave in legno con doppia piastra di battuta. Per evidenziare l'arrivo delle onde S tale trave è stata colpita lateralmente prima in un senso e poi nell'altro in modo da ottenere onde di taglio opposte nel medesimo istante.

Nel caso specifico è stata eseguita una prospezione con **acquisizione dei segnali ad intervalli di profondità di 1.0 m**.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con programmi specifici ed i dati sono stati interpretati attraverso il metodo diretto correggendo i tempi di tragitto (t) misurati lungo il percorso sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde.

Se "d" è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura III), "r" la distanza fra la sorgente e i sensori, "z" la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (tcorr) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{corr} = \frac{z}{r} t$$

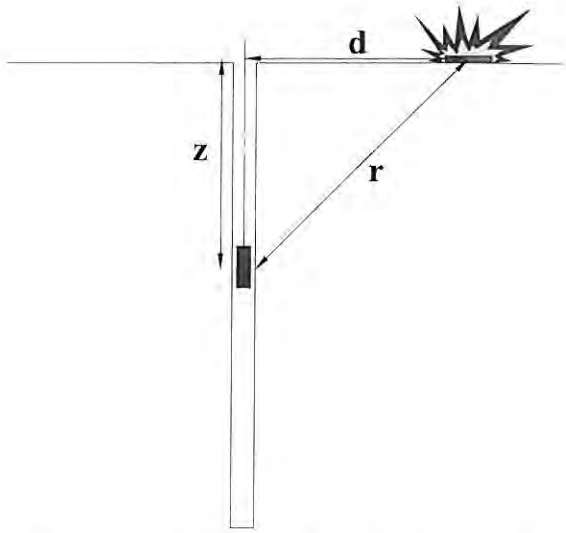


Figura III – Schema di down hole con metodo diretto

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico tcorr – z in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali.

Ottenute le velocità si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young,

il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate nel precedente paragrafo oltre che la velocità media di propagazione delle sole onde di taglio.

Foto I – Esecuzione prova sismica down - hole

3.4 Risultati

Di seguito vengono riportati in forma grafica e numerica i dati ottenuti con l'indagine eseguita in sito.

Dati iniziali

Offset scoppio (m)	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono (m)	Interdistanza (m)
1	32	1	1.5

Tabella 2

Dati misure down hole

Registrazione Nr.	Z (m)	Tp (msec)	Ts (msec)
1	1,00	5,80	15,20
2	2,00	6,40	20,10
3	3,00	6,90	24,20
4	4,00	8,10	29,00
5	5,00	10,90	33,80
6	6,00	15,50	38,00
7	7,00	16,50	46,30
8	8,00	17,80	51,20
9	9,00	20,50	57,80
10	10,00	22,20	63,80
11	11,00	24,70	74,70
12	12,00	26,80	82,90
13	13,00	28,60	84,00
14	14,00	30,00	89,50
15	15,00	32,60	94,40
16	16,00	34,30	98,20
17	17,00	37,20	108,00
18	18,00	39,20	108,00
19	19,00	40,40	115,70
20	20,00	41,80	118,40
21	21,00	43,50	122,20
22	22,00	46,70	129,40
23	23,00	47,70	132,60
24	24,00	50,10	140,30
25	25,00	52,20	149,00
26	26,00	54,30	151,20
27	27,00	54,50	152,90
28	28,00	57,10	162,10
29	29,00	59,20	167,60
30	30,00	61,10	170,90
31	31,00	64,10	173,60
32	32,00	64,00	178,00

Tabella 3

Risultati

SR (m)	Tpcorr (msec)	Tscorr (msec)
1,4142	4,1012	10,748
2,2361	5,7243	17,978
3,1623	6,5459	22,9581
4,1231	7,8582	28,1341
5,099	10,6883	33,1436
6,0828	15,2891	37,483
7,0711	16,3342	45,8347
8,0623	17,6626	50,8046
9,0554	20,3746	57,4465
10,0499	22,0898	63,4834
11,0454	24,5986	74,3932
12,0416	26,7074	82,6137
13,0384	28,5158	83,7526
14,0357	29,9238	89,2726

15,0333	32,5278	94,1909
16,0312	34,2332	98,0088
17,0294	37,1358	107,8136
18,0278	39,1397	107,8337
19,0263	40,3442	115,5401
20,025	41,7479	118,2523
21,0238	43,4508	122,0617
22,0227	46,6518	129,2665
23,0217	47,655	132,4749
24,0208	50,0566	140,1784
25,02	52,1583	148,8809
26,0192	54,2599	151,0883
27,0185	54,4627	152,7952
28,0179	57,0636	161,9967
29,0172	59,1648	167,5004
30,0167	61,0661	170,8051
31,0161	64,0667	173,5098
32,0156	63,9688	177,9131

Tabella 4

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 32 m
VS30: 182,72 m/s

Sismostrati con metodo diretto

Descrizione (-)	Profondità (m)
Limo sabbioso	11,82
Argilla	32

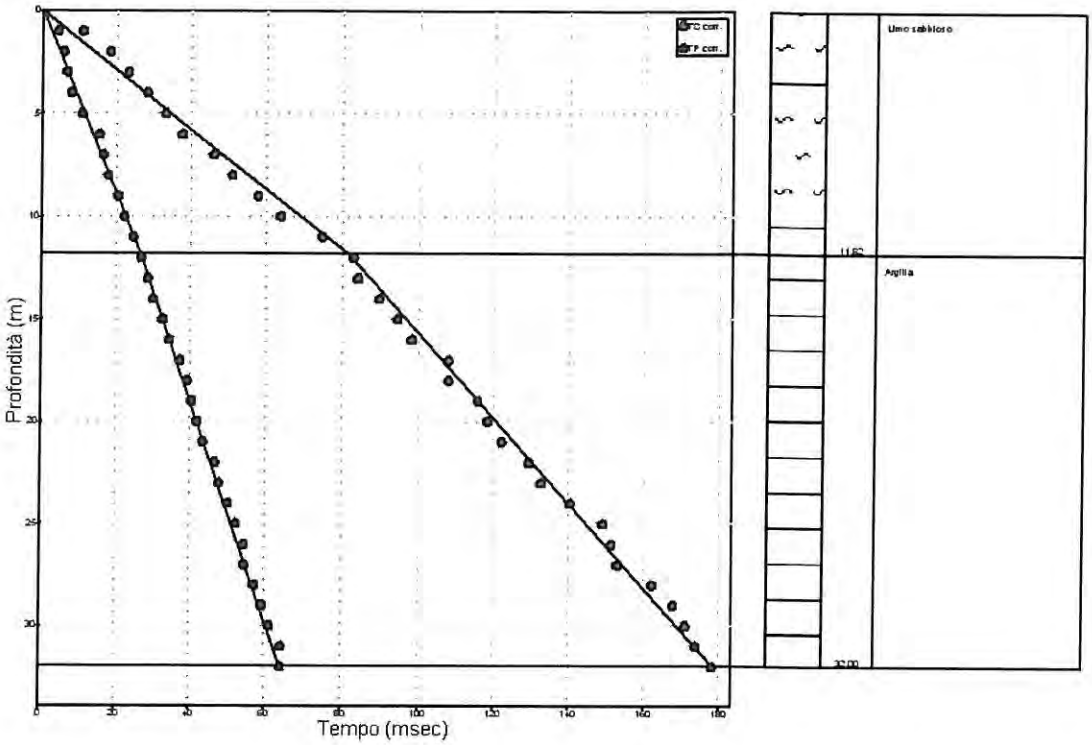
Tabella 5

Valori medi

Vp medio (m/s)	Vs medio (m/s)	g medio (kN/mc)	ni medio	G medio (MPa)	Ed medio (MPa)	E medio (MPa)	Ev medio (MPa)
448,92	145,69	16,4	0,44	35,5	337,02	102,31	289,69
536,13	208,51	17,41	0,41	77,19	510,32	217,82	407,4

Tabella 6

Dromocrone



Dai valori delle velocità sismiche delle onde di taglio calcolate e riportate nelle tabelle sopra esposte è possibile ottenere il valore di Vs30 calcolato secondo la formula:

$$Vs\,30 = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{hi}{Vi}}$$

dove hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m di riferimento dal piano di imposta delle fondazioni.

I risultati ottenuti individuano un valore di Vs30 pari a 182,72 m/s al quale corrisponde una categoria di suolo sismico di tipo C cosi come indicato nella tab. 3.2.II del D.M. 14/01/08.

4 CLASSIFICAZIONE DELL'AREA IN TERMINI DI PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ (SECONDO LE CARTOGRAFIE PRODOTTE A SUPPORTO DEL R.U. COMUNALE – D.P.G.R. 25 OTTOBRE 2011, N° 53/R).

Come previsto dal D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R, si riportano le cartografie **redatte a supporto della Variante di monitoraggio al Regolamento Urbanistico con contestuale Variante al Piano Strutturale** che illustrano la pericolosità e quindi la **fattibilità** dell'area in esame secondo i criteri dettati dal D.P.G.R. stesso. In particolare, si riporta la classificazione dell'area in termini di pericolosità geomorfologica, idraulica e di maggior pericolosità sismica locale.
Nei paragrafi seguenti vengono riportate le varie classificazioni.

4.1 Carta della Pericolosità Geologica

In relazione alla perimetrazione della pericolosità geologica (D.P.G.R. 53/R-11), l'area in esame rientra in **classe G3 - pericolosità geologica elevata** (vedi figura 3). In questa classe ricadono le aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza. Nel caso specifico l'area in esame risulta classificata a pericolosità geologica elevata in quanto interessata da **fenomeni di subsidenza** come documentato negli elaborati geologici redatti a supporto della Variante di monitoraggio a R.U. comunale (vedi paragrafo 4.6).

4.2 Carta della Pericolosità Idraulica

Dalla carta della **Pericolosità Idraulica**, redatta a supporto del vigente R.U., si osserva che l'area interessata ricade in classe **I2 - pericolosità media**; aree interessate da allagamenti per eventi con Tr>500 anni (vedi figura 4).

4.3 Carta della Pericolosità sismica

La zona in esame, da un punto di vista **sismico**, viene inserita in **classe S2 pericolosità sismica locale media** (D.P.G.R. 53/R-2011 – vedi figura 5) in quando individuata tra le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3.
In figura 6 viene riportata anche la carta delle frequenze fondamentali.

4.4 Carta delle aree con problematiche idrogeologiche

Sulla base degli studi prodotti a supporto del Vigente R.U. all' area in esame è stata assegnata una classe di **vulnerabilità media** (vedi figura 8).
In tale classe ricadono le aree in cui la risorsa idrica presenta un certo grado di protezione insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia.

4.5 Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267 del 30/12/1923)

L'area oggetto d'intervento **non** ricade tra quelle perimetrate a **Vincolo Idrogeologico** ai sensi del Regio Decreto 3267 del 30/12/1923.

4.6 Definizione della Fattibilità

Come indicato dal D.P.G.R. 53/R del 2011 di cui il punto 3.1 e in base alla L.R. 1/2005, art. 62, vengono di seguito definite le classi di fattibilità per il comparto urbanistico sulla base del quadro di pericolosità sopra descritto e secondo quanto indicato nella **specifica scheda norma** allegata alla Variante di monitoraggio del Regolamento Urbanistico (PR 38.2 – PIP Cascina Est comparto 2, UTOE 38 – zona produttiva di Cascina).
In particolare sono state indicate tre distinte classi di Fattibilità; una Fattibilità in relazione agli **aspetti geologici**, una Fattibilità relativa alle **problematiche idrauliche** ed una fattibilità relativa agli **aspetti sismici**.

- **Fattibilità relativa ai fattori geologici (F3 – condizionata)**

Per quanto concerne le problematiche di natura geologica, all'area in esame viene assegnata una classe di **Fattibilità condizionata (F3)** che si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, vengono indicate la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Tale grado di fattibilità deriva da quanto appurato durante le indagini geologiche redatte a supporto del Regolamento Urbanistico attualmente in vigore. Nello specifico l'area interessata dal progetto fa parte di una zona più estesa interessata da **fenomeni di subsidenza** rilevati e documentati nella "Banca Dati del Ministero dell'Ambiente - geo-portale nazionale – Persistent Scatterers Interferometry (PSI)" per un periodo temporale compreso tra il 1992 e il 2008.

Nello stralcio della carta litotecnica di figura 7 e nella carta della vulnerabilità idrogeologica di figura 8, redatte a supporto del vigente R.U., il comparto urbanistico viene inserito nelle **aree soggette a subsidenza con un abbassamento maggiore di 3 mm/anno**.

Attraverso la banca dati del Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente ed in particolare attraverso la consultazione dei prodotti interferometrici ENVISAT ed ERS descending si nota per l'area in esame valori di velocità di subsidenza (velocità media in mm/anno) < 10 mm (vedi figura seguente).

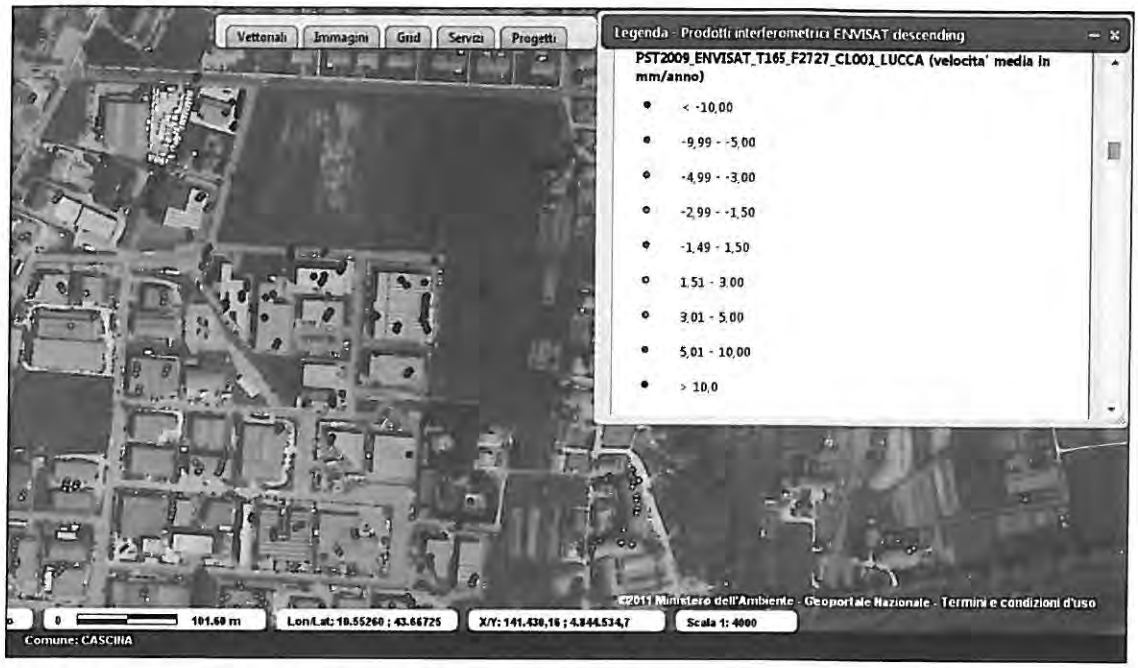


Figura I – Prodotti interferometrici Envisat descending – Fonte: Geoportale nazionale (http://www.pcn.minambiente.it/viewer_old).

In virtù della fenomenologia riscontarta e considerando i risultanti della campagna geognostica eseguita in sito, **nel paragrafo 7.1 vengono indicate una serie di prescrizioni tecniche al fine di limitare gli effetti di tale fenomeno sulle opere previste dal progetto urbanistico.**

- **Fattibilità relativa a fattori idraulici (F2 – con normali vincoli)**

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali vengono indicate la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Per gli aspetti idraulici nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica media, non sono necessarie specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico se non il rispetto delle specifiche normative vigenti in materia, si deve comunque tenere conto della necessità di non determinare in alcun modo; aggravi di pericolosità in altre aree.

Secondo quanto prescritto dalla specifica scheda di fattibilità la progettazione della rete fognaria per le acque bianche è stata progettata e dimensionata al fine di garantire il **principio dell'Invarianza Idraulica**, ovvero sono state previste opere

tali da **mantenere inalterato, nella condizione di progetto, il coeff. di deflusso dell'area di intervento** (invaso dei volumi d'acqua in eccesso a seguito dell'impermeabilizzazione dei suoli).
Per tale aspetto si rimanda per esteso al capitolo 8.

- **Fattibilità relativa agli aspetti sismici (F2 – con normali vincoli)**

Anche in relazione agli aspetti simici non sono dettate condizioni di fattibilità specifiche di carattere sismico per la fase attuativa.
Nell'area di studio, come riportato nel capitolo 3, è stata realizzate un prova con tecnica Down-Hole per la ricostruzione sismo-stratigrafica e la misurazione diretta del parametro Vs 30 ai sensi del D.M. 14/01/08.
A supporto dei progetti esecutivi si consiglia comunque di prevedere ulteriori indagini geofisiche mirate a comprovare quanto già individuato con la prova realizzata in sito.

Di seguito (capitolo 7 e 8) verranno indicate le prescrizioni relative alle modalità di intervento da adottare in fase di predisposizione degli interventi previsti dal Piano di lottizzazione in esame.

5 STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Come accennato precedentemente, ai fini della caratterizzazione specifica dei terreni presenti nell'area in esame, in questa fase preliminare di fattibilità geologica, sono state appositamente eseguite in sito **n. 4 prove penetrometriche statiche** spinte sino ad una profondità massima di circa 12.0 m (vedi allegato 1).

Sono stati inoltre presi a riferimento i risultati di un indagine geognostica realizzata nel Giugno 2012 a supporto del progetto per la realizzazione di un edificio industriale adiacente al comparto in esame (vedi planimetria generale di tavola 1).

In linea generale, su tutta l'area di indagine, si è riscontrata un'omogeneità stratigrafica con la presenza, al di sotto di una copertura pedogenizzata di circa 0.80 m/1.0 m di spessore, di terreni prevalentemente limosi compatti sino ad una quota media dal p.c. di 4,0/5,0 m (qc medio = 15 Kg/cmq).

Al di sotto di tale livello sono stati riscontrati terreni prevalentemente argillosi (argille limose) caratterizzati da valori medi di resistenza penetrometrica inferiori (qc medio = 9.0 Kg/cmq).

Nelle tabelle seguenti si riportano le stratigrafie ed i parametri geotecnici dei terreni ricavati dall'elaborazione delle n. 4 prove penetrometriche CPT, mentre, in allegato 1 vengono riportati i certificati e l'elaborazione completa dei test realizzati.

In figura 9 viene inoltre riportato il log. stratigrafico relativo al sondaggio S1 realizzato durante la campagna geognostica del Giugno 2012.

Prova penetrometrica statica CPT 1

STRATO	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	γ (t/m^3)	C' (Kg/cm^2)	CU (Kg/cm^2)	ϕ (°)	M_o (Kg/cmq)
1	p.c. – 1.00	Terreno vegetale	-		-		-
2	1.00 – 3.60	Limi debolmente sabbiosi marroni compatti	1.85	-	0.60	-	48.2
3	3.60 – 11.80	Argilla limosa grigia-celeste mediamente compatta	1.85	-	0.40	-	29.9

Tabella 7 – Parametri geotecnici lungo la verticale di prova CPT 1. γ - peso di volume; Cu – coesione non drenata; c' – coesione efficace; ϕ – angolo di attrito; Mo – Modulo edometrico.

Prova penetrometrica statica CPT 2

STRATO	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	γ (t/m³)	C' (Kg/cm²)	CU (Kg/cm²)	ϕ (°)	M_o (Kg/cmq)
1	p.c. – 1.00	Terreno vegetale	-		-		-
2	1.00 – 4.40	Limi debolmente sabbiosi marroni compatti	1.85	-	0.66	-	51.0
3	4.40 – 11.0	Argilla limosa grigia-celeste mediamente compatta	1.85	-	0.48	-	40.3

Tabella 8 – Parametri geotecnici lungo la verticale di prova CPT 2. γ- peso di volume; Cu – coesione non drenata; c' – coesione efficace; ϕ – angolo di attrito; Mo – Modulo edometrico.

Prova penetrometrica statica CPT 3

STRATO	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	γ (t/m³)	C' (Kg/cm²)	CU (Kg/cm²)	ϕ (°)	M_o (Kg/cmq)
1	p.c. – 1.00	Terreno vegetale	-		-		-
2	1.00 – 5.80	Limi debolmente sabbiosi marroni compatti	1.85	-	0.69	-	53.4
3	5.80 – 9.80	Argilla limosa grigia-celeste mediamente compatta	1.85	-	0.52	-	39.6

Tabella 9 – Parametri geotecnici lungo la verticale di prova CPT 3. γ- peso di volume; Cu – coesione non drenata; c' – coesione efficace; ϕ – angolo di attrito; Mo – Modulo edometrico.

Prova penetrometrica statica CPT 4

STRATO	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	γ (t/m³)	C' (Kg/cm²)	CU (Kg/cm²)	ϕ (°)	M_o (Kg/cmq)
1	p.c. – 1.00	Terreno vegetale	-		-		-
2	1.00 – 4.40	Limi debolmente sabbiosi marroni compatti	1.85	-	0.67	-	50.7
3	4.40 – 9.80	Argilla limosa grigia-celeste mediamente compatta	1.85	-	0.45	-	34.8

Tabella 10 – Parametri geotecnici lungo la verticale di prova CPT 4. γ- peso di volume; Cu – coesione non drenata; c' – coesione efficace; ϕ – angolo di attrito; Mo – Modulo edometrico.

Allo strato limoso superficiale, attraverso i risultati di prove di laboratorio realizzate su un campione di terreno indisturbato prelevato durante l'esecuzione del sondaggio S1 (giugno 2012) vengono attribuiti i seguenti parametri drenati (vedi allegato 2):

- Coesione efficace c' = 0.22 Kg/cm1
- Angolo di attrito interno ϕ = 24.8°

La sezione litostratigrafica di tavola 1 mostra la stratigrafia di dettaglio; in essa sono indicati, strato per strato, i parametri geotecnici ricavati dalle prove eseguite e sopra descritte.
Durante l'esecuzione della campagna geognostica (Aprile 2016) è stata rilevata presenza di acqua ad una quota di **– 3.0 m dall'attuale p.c.**. Tale acqua dovrebbe comunque circolare in orizzonti sabbiosi di limitata estensione alimentati dalle precipitazioni ed in scambio idrico di drenaggio con la rete idrica minore.

6 INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO DI LOTTIZZAZIONE

Il Piano urbanistico in esame prevede l'ampliamento di un fabbricato esistente per una superficie di circa 1000 mq e la realizzazione di n. 2 distinti edifici aventi i seguenti ingombri planimetrici:

- edificio A – 3400,0 mq
- edificio B – 4970,0 mq

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un tratto di strada sul confine meridionale del comparto che sarà raccordata alla viabilità dell'area industriale già esistente (vedi planimetrie di tavola 1).
Per i particolari urbanistici ed architettonici relativi a tale progetto si rimanda comunque per esteso alle tavole redatta dal progettista.

7 PRESCRIZIONI RELATIVE ALLE MODALITA' DI INTERVENTO

Alla luce dei risultati dei rilievi e delle indagini geognostiche effettuate sull'area in esame, si possono esprimere le seguenti considerazioni e prescrizioni tecniche:

1. L'area indagata con le campagne geognostiche realizzate nell'Aprile 2016 e nel Giugno 2012 è caratterizzata da uno strato superficiale di terreno pedologico (spessore medio 80/100 cm) caratterizzato da scarse e disomogenee proprietà fisico-meccaniche. **Tale livello andrà quindi oltrepassato per l'imposta delle strutture di fondazione dei fabbricati e della .viabilità prevista all'interno del comparto.**
2. Sulla base del volume lordo di ogni singolo fabbricato e quindi della classe di indagine geologica (D.P.G.R. 9 luglio 2009, n. 36/R), in fase di interventi diretti **le indagini geognostiche già realizzate in sito dovranno essere integrate con un numero adeguato di prove penetrometriche (o sondaggi)** ai fini di una corretta ricostruzione, per ogni fabbricato da realizzare, del **modello geologico e geotecnico** secondo i criteri dettati dalle Norme Tecniche sulle Costruzione (D.M. 14/01/08).
3. In fase di progettazione ed esecuzione delle opere di urbanizzazione inerenti il Piano Attuativo (strade e parcheggi), al fine di definire la portanza ed il grado di consolidazione/compattazione dei terreni di imposta, **si consiglia l'esecuzione di *prove di carico su piastra*.** A tale proposito, si ricorda che il valore minimo del Modulo di Deformazione Md riferito allo 'strato di base' (previo scotico del terreno pedologico) imposto dalla normativa (CNR UNI 10006 e AASHTO) è pari a **150 Kg/cmq**. Sulla fondazione stradale (materiale arido e misto stabilizzato), invece, la normativa vigente in materia impone il raggiungimento del valore minimo del Modulo di Deformazione Md pari a **800 Kg/cmq**.
4. Visto che il progetto prevede di immettere nel reticolo idrografico superficiale le acque meteoriche drenate dalle aree impermeabili e semipermeabili che saranno realizzate, dovrà essere garantito il mantenimento, nelle condizioni di progetto, di una portata di deflusso delle acque meteoriche all'interno della rete idrica superficiale analogo alle condizioni pre-intervento. A tal proposito sono state eseguite (vedi capitolo

8) specifiche **verifiche idrologico-idraulico** mirate al totale contenimento temporaneo delle acque meteoriche di prima pioggia sottratte all'infiltrazione per effetto dell'impermeabilizzazione dei suoli. Tali verifiche sono state eseguite **al fine di ottemperare a quanto dettato dalla specifica scheda norma di comparto allegata al R.U.**.

Nel capitolo 8 vengono quindi indicati gli interventi previsti dal progetto per la salvaguardia del reticolo idrografico.

7.1 Accorgimenti tecnici relativi al fenomeno della subsidenza

Come esposto nel capitolo 4 al comparto urbanistico è stata assegnata una classe di **fattibilità geologica condizionata** (**F3**) relativa a fenomeni di subsidenza.

Tali fenomeni sono stati accertati negli studi geologici realizzati a supporto del R.U. comunale attraverso la consultazione della banca dati Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente (prodotti interferometrici ENVISAT e ERS descending).

Relativamente a tale fenomenologia bisogna considerare che gli effetti sugli edifici prodotti da estesi fenomeni di subsidenza, come quello in esame, sono generalmente di modesta entità in quanto modesti risultano i cedimenti differenziali sul piano di fondazione e quindi minimi i valori delle distorsioni angolari. Dalla consultazione dei dati interferometrici (capitolo 4) è possibile appurare come l'entità della subsidenza sia omogenea per l'intera zona di studio.

Non si riscontrano, infatti, effetti di tale fenomeno sugli edifici limitrofi all'area di intervento.

L'omogeneità stratigrafica dell'area, accertata con le indagini geognostiche condotte in sito, fa escludere inoltre possibili amplificazioni dei valori di distorsione angolare per le fondazioni.

Alla luce di questo fenomeno dovranno comunque essere presi accorgimenti in fase di progettazione dei singolo interventi edilizi; nello specifico:

- La tipologia e le dimensioni delle fondazioni dovranno essere realizzate in modo da consentire una distribuzione omogenea dei carichi di esercizio sull'intera area di ingombro degli edifici e nel contempo limitare i cedimenti di consolidazione.
- Le fondazioni dovranno comunque essere scelte caso per caso sulla base dei carichi in gioco, degli interassi e delle luci tra gli elementi portanti delle singole strutture.

Relativamente agli interventi con sviluppo lineare (strada interna alla lottizzazione, fognature, acquedotto etc.) vista l'entità della velocità della subsidenza (< 10 mm/anno) ed il loro modesto sviluppo lineare, non si prevedono conseguenze tali da comprometterne la funzionalità nel tempo.

8 MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA RELATIVAMENTE ALLE ACQUE METEORICHE IN ESUBEO A SEGUITO DELL'IMPERIEMABILIZZAZIONE DEI SUOLI (invarianza idraulica).

Il progetto in esame prevede la realizzazione di ampie superfici impermeabili relative alla coperture dei fabbricati, alla viabilità interna, ai resedi pertinenziali dei fabbricati, etc. (vedi planimetria stato di progetto di tavola 1).
Le acque meteoriche che cadranno su tali superfici saranno raccolte tramite una rete fognaria che sarà raccordata, verso ovest, alla fognatura bianca esistente pertinenziale all'intera zona industriale (vedi planimetria fognatura bianca di tavola 1).
Tutte le acque captate saranno quindi immesse all'interno del "Fosso Vecchio" che delimita verso nord l'area industriale e che nel tratto in esame risulta tombato con uno scatolare in cls di 190x150H cm.
Visto che il progetto prevede la realizzazione di estese superfici impermeabili e secondo le prescrizioni tecniche riportate nella scheda di fattibilità specifica di

comparto, risulta necessario prevedere per l'area in esame, se non il miglioramento, almeno il **mantenimento delle condizioni di deflusso delle acque superficiali analogo alle condizioni pre-intervento** in modo da evitare che reticolo idrografico possa ricevere una portata d'acqua superiore a quella che attualmente riceve e che è in grado di smaltire.

8.1 – caratteristiche del comparto

L'area sulla quale andranno ad essere realizzati gli interventi previsti dal progetto urbanistico (circa 16.700 mq) risulta allo stato attuale completamente permeabile con la presenza di un sistema di regimazione delle acque costituito da scoline e capi-fossi. La zona è stata utilizzata in passato per fini agricoli e le acque drenate vengono convogliate verso il "Fosso Vecchio" che costituisce il limite nord dell'area industriale in esame nonché il ricettore finale di tutte le acque meteoriche provenienti dalla lottizzazione industriale (vedi planimetria con schema acque bianche di tavola 1).

Con gli interventi previsti dal progetto urbanistico si prevede:

- la realizzazione di circa **12.800 mq di superfici impermeabili** relative alle coperture dei nuovi fabbricati, ai piazzali interni ai lotti e alla viabilità;
- il mantenimento di circa **3900 mq di superfici permeabili** relative alle aree a verde private e pubbliche.

Le acque meteoriche che cadranno sia sulle superfici permeabili che impermeabili saranno captate dalla rete fognaria bianca in progetto, immesse nella fognatura esistente e da qui smaltite verso nord all'interno del Fosso Vecchio (vedi schema fognatura bianca in tavola 1).

8.2 –calcolo delle portate di deflusso e interventi di messa in sicurezza relativamente alle acque di prima pioggia (salvaguardia del reticolo idrografico)

– Caratteristiche dell'area

Nella tabella che segue vengono indicate le caratteristiche di permeabilità delle superfici scolanti dell'intero comparto in esame sia allo stato attuale che nelle condizioni di progetto.

	STATO ATTUALE	STATO MODIFICATO
Tipologia area scolante	*Superficie (mq)*	*Superficie (mq)*
Coperture dei fabbricati	0	9422,0
Piazzali (interni ai lotti)	0	2356,0
Viabilità		1059,0
Aree a verde	16763,0	3926,0
TOTALE	**16763,0**	**16763,0**

Tabella 11

- Calcolo delle portate affluenti al reticolo idrografico

Tenuto conto della tipologia dello strato superficiale dei terreni presenti in sito, costituiti essenzialmente da depositi limosi, si possono distinguere, per lo stato di progetto, tre tipi di superfici scolanti alle quali vengono assegnati determinati coeff. di deflusso (parametri ricavati da bibliografia tecnica):

- coperture dei fabbricati (impermeabile) – c = 0,9
- Piazzali interni ai lotti, viabilità lottizzazione (impermeabile) – c = 0.8
- Aree verdi permeabili – c = 0.2

Per la condizione attuale, nel calcolo delle portate, è stato considerato un **coeff. di deflusso "c" pari a 0,35** in quanto l'area risulta provvista di opere di regimazione

d'acqua (scoline e capi fossi) che aumentano sensibilmente il rapporto deflussi idrici/afflussi meteorici.

Come pioggia critica per il sistema locale, si considera la **pioggia oraria ventennale**, che è comunemente presa a riferimento per le valutazioni locali dei sorplus derivanti dalla impermeabilizzazione dei suoli.

Piogge di maggiore durata, pur dando luogo a volumi idrici maggiori, comportano piogge meno intense con portate di afflusso alla rete idrica superficiale inferiori a quelle presa in riferimento. Piogge di durata inferiore, pur dando luogo a portate più elevate, danno origine, altresì, a volumi idrici insignificanti comportando un sottodimensionamento degli eventuali dispositivi di ritenzione.

In queste condizioni è possibile stimare la portata scolante dell'area in esame sia allo stato attuale che modificato.

Per il caso specifico, è stata presa in considerazione una **pioggia critica oraria pari a 54.6 mm** ricavata dai dati pluviometrici riferiti alla stazione di Gello (stazione TOS01005262), che per posizione topografica, risulta la più significativa per l'area in esame (valore ricavato, per la zona in esame, tramite Servizio Idrologico Regionale – Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme – LSPP – aggiornamento al 2012).

Considerando tale pioggia oraria ventennale calcoliamo le varie volumetrie attraverso la seguente relazione (metodo razionale):

$$Q = C \times h \times S$$

Con:
C = coefficiente di deflusso
h = altezza di pioggia in metri
S = superficie del lotto

- **LOTTO STATO ATTUALE (SITUAZIONE PRE-INTERVENTO)**

Coperture dei fabbricati	
Piazzali interni ai lotti	-
Viabilità della lott.ne	
Aree a verde	0.35 x 0,05460 x 16763 = 373.14 m^3/h
TOTALE	**320.34 m^3/h**

Tabella 12

- **LOTTO STATO MODIFICATO**

Coperture dei fabbricati	0.90 x 0,05460 x 9422 = 462.99 m^3/h
Piazzali interni ai lotti	0.80 x 0,05460 x 2356 = 102.86 m^3/h -
Viabilità della lott.ne	0.80 x 0,05460 x 1059 = 46,25 m^3/h
Aree a verde	0.20 x 0,05460 x 3926 = 42.87 m^3/h
TOTALE	**654.97 m^3/h**

Tabella 13

Al fine di tutelare il reticolo idrografico esistente, ed in linea con quanto prescritto dalla specifica scheda norma del comparto allegata al R.U. vigente, alla fognatura esistente e quindi al "fosso vecchio" (corpo ricettore), potrà essere convogliata una portata che al massimo è pari a **320,34 m^3/h** (portata di deflusso dell'area in esame nelle condizioni attuali).

Le portate di deflusso in eccesso, nella condizione post-intervento, saranno quindi pari a:

654,97 m^3/h – 320,34 m^3/h = **334,63 m^3/h**

Da quanto su esposto, appare evidente la necessità di individuare delle soluzioni idonee atte a trattenere le acque di deflusso in eccesso pari a **334,63 m^3**, dovute all'impermeabilizzazione dell'area oggetto del presente piano urbanistico.

Le acque trattenute, a tempo debito, saranno rilasciate attraverso pozzetti dotati di una **bocca tarata** che dovranno far defluire al fosso ricettore le acque drenate con una portata massima di **320,34 m^3/h**.

8.3- Opere in progetto per garantire l'invarianza idraulica

Al fine di rispettare quanto indicato nella specifica scheda di fattibilità del comporto, allegata al R.U. comunale, il progetto urbanistico prevede la realizzazione di soluzioni tecniche mirate a garantire l'**invarianza idraulica** ovvero sono state previste opere tali da mantenere inalterato il coefficiente di deflusso dell'area di intervento a seguito delle trasformazioni.
Tale principio risulta garantito nel momento in cui ad una trasformazione dell'uso del suolo in un'area con modifica delle condizioni idrauliche, consegue la realizzazione di **volumi di stoccaggio temporaneo** che compensino, attraverso un'azione laminate, l'accelerazione dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione che sono effetto della trasformazione stessa.
Le soluzioni tecniche individuate per tale compensazione sono state dettate da una serie di vincoli legati soprattutto all'obbligatorietà di allacciare la nuova rete drenante alla fognatura bianca esistente, con il rispetto di determinate pendenze e quote di scarico nonchè alla mancanza di spazi adeguati per l'installazione di vasche interrate.
Al fine di invasare temporaneamente i **334,63 mc** di acqua il progettista ha previsto un sovradimensionamento della fognatura bianca con la realizzazione di **condotti scatolari in cls**, di grandezza variabile, per tre distinte aree del comparto urbanistico.
In particolare sono stati previsti tre differenti tratti di fognatura (vedi planimetria con sviluppo della rete fognaria in tavola 1) per altrettante zone:

- **Zona 1**: nella quale il condotto fognario sarà costituito in sezione da tre scatolari prefabbricati in cls di **120X60H cm**;
- **Zona 2:** nella quale il condotto di smaltimento delle acque sarà costituito da uno scatolare singolo di **100x40H cm**;

- **Zona 3:** che sarà servita da uno scatolare doppio di **120x60H cm** (vedi sezione schematiche di tavola 1).

I condotti scatolari in progetto avranno quindi la funzione di specifica dello stoccaggio temporaneo delle acque bianche drenate durante eventi di pioggia particolarmente intensi.
Sarà inoltre realizzato a servizio del nuovo tratto stradale che delimiterà verso sud il comparto urbanistico una **rete fognaria in PVC del diametro ϕ=500 mm** e della lunghezza complessiva di circa 100 m.
Con tali soluzioni tecniche individuate dal progettista (vedi tavole di progetto e sezioni tipologiche in tavola 1) si raggiungeranno le seguenti volumetrie di invaso:

- Condotto scatolare triplo (zona 1) – 167,60 mc
- Condotto scatolare doppio (zona 3) – 105,84 mc
- Condotto scatolare singolo (zona 2) – 52,44 mc
- Invaso rete fognaria stradale (ϕ=500 mm) - 19,6 mc

La volumetria totale di invaso sarà quindi di 345 mc, sufficiente a stoccare il sorplus di acque derivante dall'impermeabilizzazione dei suoli a seguito degli interventi in progetto. Si fa inoltre presente che in tale conteggio, per motivi cautelativi, **non** è stata considerata la volumetria relativa alla rete fognaria che dovrà essere realizzata internamente ad ogni singolo lotto.

Prima dell'immissione delle acque nel tratto di fognatura esistente (vedi planimetria di tavola 1) sarà installato un pozzetto dotato di bocca tarata tale da far defluire al massimo una portata d'acqua di **320,34 m^3/h.**
Tale pozzetto dovrà essere dotato alla sommità di un troppopieno che, in caso di un evento critico superiore a quello considerato per il calcolo delle portate di deflusso in eccesso, dovrà impedire l'istaurarsi di sovrappressioni all'interno della rete drenante in progetto.
Il dimensionamento della "bocca tarata" è ricavabile applicando la seguente relazione:

$$Q = \mu S(2gh)^{\frac{1}{2}}$$

Dove:

μ =costante (funzione del materiale e della forma della sezione di deflusso)

S = superficie della sezione di deflusso (m^2)

g = accelerazione di gravità (m/sec)

h= altezza del battente d'acqua

9 CONCLUSIONI

La presente relazione geologico-tecnica è stata redatta a supporto del Piano di lottizzazione con contestuale variante per insediamenti produttivi, PIP Cascina Est, via del Fosso Vecchio (vedi corografia di figura 1 allegata).

Si è proceduto ad un inquadramento dell'area oggetto di Piano Attuativo in termini di Pericolosità e Fattibilità Geologica, Idraulica e Sismica sulla base di quanto dettato dall'art. 62 della L.R. 3 gennaio 2005, n. 1 e dal D.P.G.R. 25 Ottobre 2011, n. 53/R (regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 in materia di indagini geologiche).

Sulla base delle verifiche fatte, e sulla base degli elaborati di supporto al Piano Regolatore attualmente in vigore, all'area in esame sono state assegnate le seguenti classi di fattibilità:

- **Fattibilità Geologica condizionata (F3);**
- **Fattibilità Idraulica con normali vincoli (F2);**
- **Fattibilità relativa agli aspetti sismici con normali vincoli (F2).**

La **fattibilità geologica condizionata "F3"** deriva dal fatto che l'area in esame fa parte di un'ampia zona caratterizzata da **fenomeni di subsidenza** documentati attraverso la consultazione della banca dati Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente (prodotti interferometrici ENVISAT ed ERS descending). Visto che tale fenomeno potrebbe essere amplificato a seguito degli interventi edilizi previsti dal Piano Attuativo sono state date una serie di prescrizioni finalizzate a contenere

fenomeni di cedimenti differenziali e quindi distorsioni angolari sul piano di fondazione.

Sono state, inoltre, definite soluzioni progettuali per la **messa in sicurezza del reticolo idraulico** della zona relativamente alle acque meteoriche in esubero che saranno prodotte nel comparto a seguito dell'impermabilizzazione dei suoli.

Con i parametri geotecnici desunti dalle prove penetrometriche effettuate per questo studio può essere stimata la capacità portante dei terreni di fondazione anche se in fase di interventi diretti la campagna geognostica già realizzata in sito dovrà essere integrata con un numero adeguato di penetrometrie o sondaggi, nel rispetto di quanto indicato dal D.P.G.R. 36/R-09.

La caratterizzazione sismica dei terreni, è stata definita già in questa prima fase preliminare di fattibilità attraverso un'indagine sismica in foro (Down-Hole) che ha permesso di individuare un valore di Vs30 **pari a 182 m/sec al quale corrisponde un suolo di classe C**, ai sensi del D.M. 14/01/08.

Alle condizioni e nei limiti sopra esposti, gli interventi previsti dal Piano Attuativo risultano fattibili dal punto di vista geologico – tecnico.

Ponte a Egola, Maggio 2017

IL GEOLOGO

Dr. Geol. Samuele Morandi

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Toscana con numero di riferimento 1478

ALLEGATI:

- **Fig. 1** – Corografia *(scala 1:10.000)*.
- **Fig. 2** – Carta geologica - tratta dagli elaborati di supporto alla Variante di Monitoraggio al R.U. – Marzo 2014
- **Fig. 3** – Stralcio della Carta della Pericolosità Geologica - tratta dagli elaborati di supporto alla Variante di Monitoraggio al R.U. – Marzo 2014.
- **Fig. 4** – Stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica - tratta dagli elaborati di supporto alla Variante di Monitoraggio al R.U. – Marzo 2014.
- **Fig. 5** – Stralcio della Carta della Pericolosità Sismica - tratta dagli elaborati di supporto alla Variante di Monitoraggio al R.U. – Marzo 2014.
- **Fig. 6** – Stralcio della Carta delle Frequenze - tratta dagli elaborati di supporto alla Variante di Monitoraggio al R.U. – Marzo 2014.
- **Fig. 7** – Stralcio della Carta Litotecnica - tratta dagli elaborati di supporto alla Variante di Monitoraggio al R.U. – Marzo 2014.
- **Fig. 8** – Stralcio della Carta della Vulnerabilità Idrogeologica - tratta dagli elaborati di supporto alla Variante di Monitoraggio al R.U. – Marzo 2014.
- **Fig. 9** – log. stratigrafico sondaggio S1 (Giugno 2012).
- **Allegato 1** – Elaborati prove penetrometriche statiche.
- **Allegato 2** – Analisi di laboratorio C1S1.

- **Tavola 1** – Planimetria del comparto urbanistico ed ubicazione indagini geognostiche (scala 1:1000), fognatura bianca ed opere per invarianza idraulica (scala 1:1000), sezione litostratigrafica 1-1.

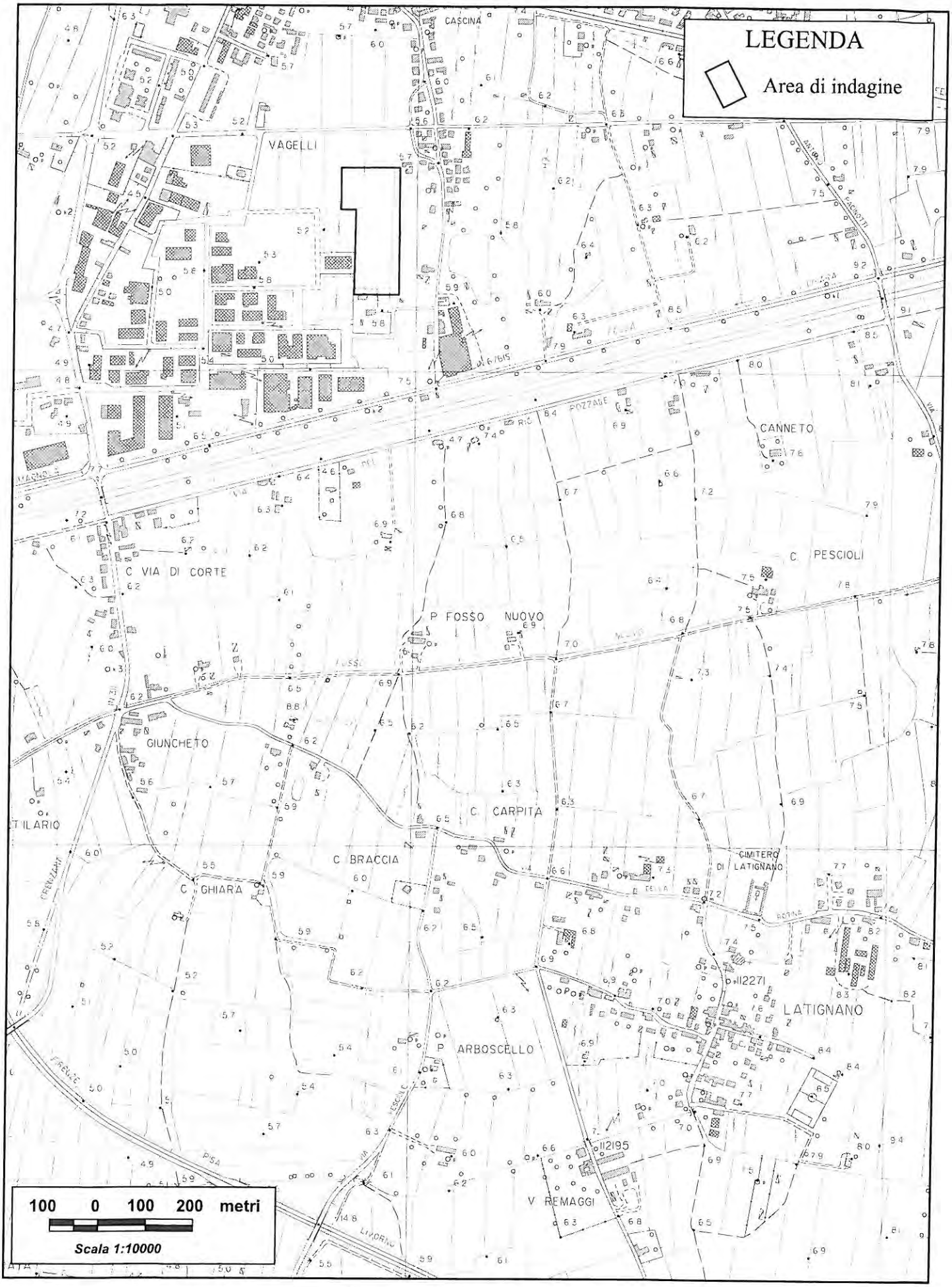


Figura 1- COROGRAFIA

Figura 2 - STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA
Tratto da: variante di monitoraggio al R.U. con contestuale variante al P. S. (D.P.G.R. 53/R 2011) - Marzo 2014.

Scala 1:10.000

Area in esame

LEGENDA

FORME E STRUTTURE ANTROPICHE

Struttura antropica che impedisce l'osservazione degli elementi geologici o che ha profondamente modificato le caratteristiche del terreno

Lago antropico

Lago antropico di cava

FORME FLUVIALI

Traccia di alveo abbandonato

Idrografia principale

Idrografia secondaria

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

DEPOSITI OLOCENICI

b Depositi alluvionali attuali - Sabbie e Limi

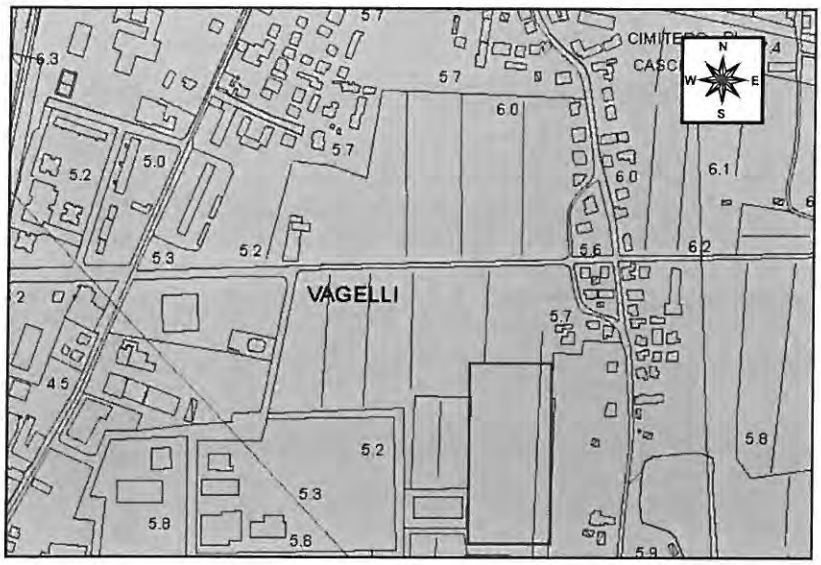
b Depositi alluvionali attuali - Limi e argille prevalenti

a3a Depositi palustri

DEPOSITI PLEISTOCENICI

QVC Sabbie i limi di Vicarello - Sabbie medio-fini di colore giallo con screziature arancioni. Al loro interno si ritrovano frequentemente concrezioni di CaCO3 e manufatti del Paleolitico medio. Localmente presentano ciottoli sparsi (Pleistocene superiore)

Figura 3 - **Stralcio della carta della PERICOLOSITA' GEOLOGICA - Variante di monitoraggio al RU con contestuale Variante al P.S. comunale (DPGR 53/R 2011) - Marzo 2014.**



Scala 1:10.000

LEGENDA

Classi di pericolosità

G1 Pericolosità geologica bassa

G2 Pericolosità geologica media

G3 Pericolosità geologica elevata

G4 Pericolosità geologica molto elevata

Area in esame

Figura 4 - STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
Tratto da: variante di monitoraggio al R.U. con contestuale variante al P. S. (D.P.G.R. 53/R 2011) - Marzo 2014.

LEGENDA

Pericolosità idraulica **I.4** ai sensi del D.P.G.R. 53R/2011
Tr <= 30 anni

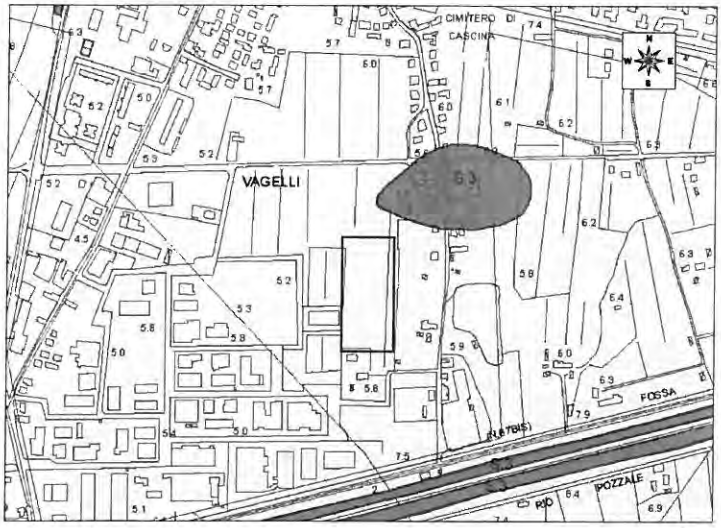
Pericolosità idraulica **I.3** ai sensi del D.P.G.R. 53R/2011
30 < Tr <=200 anni

Pericolosità idraulica **I.2** ai sensi del D.P.G.R. 53R/2011
200 < Tr <= 500 anni

Pericolosità idraulica **I.2***
Tr > 500 anni

Area in esame

Scala 1:10.000



LEGENDA

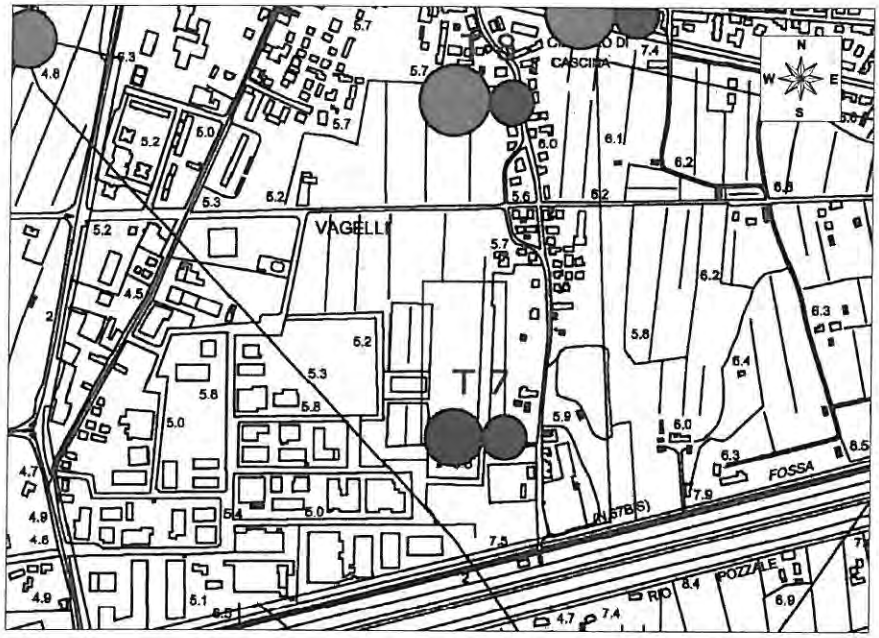
Classi di pericolosità

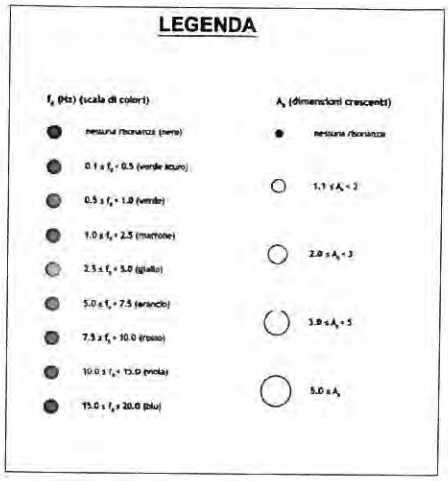
- **S1** Pericolosità sismica locale bassa
- **S2** Pericolosità sismica locale media
- **S3** Pericolosità sismica locale elevata
- **S4** Pericolosità sismica locale molto elevata

Scala 1:10.000

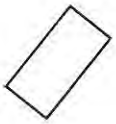
Area in esame

Figura 5 - **Stralcio della carta della PERICOLOSITA' SISMICA - Variante di monitoraggio al RU con contestuale Variante al P.S. comunale (DPGR 53/R 2011) - Marzo 2014.**



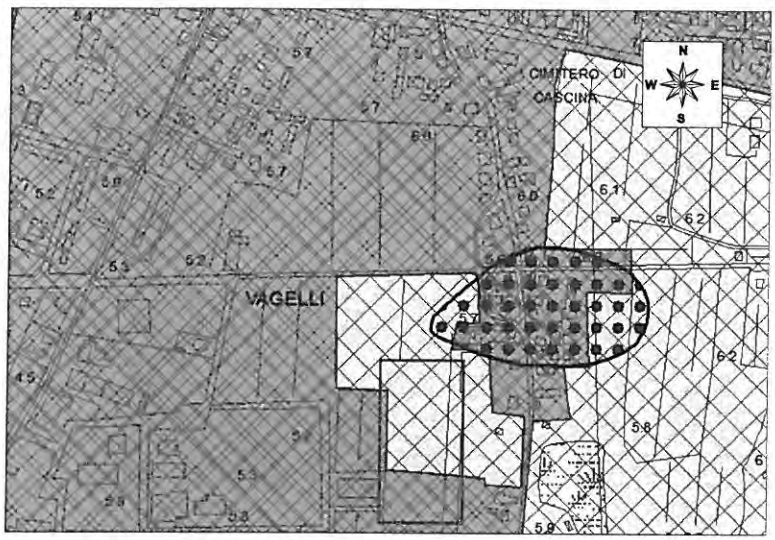


Scala 1:10.000



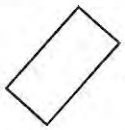
Area in esame

Figura 6 - STRALCIO DELLA CARTA DELLE FREQUENZE
Tratto da: variante di monitoraggio al R.U. con contestuale variante al P. S. (D.P.G.R. 53/R 2011) - Marzo 2014.

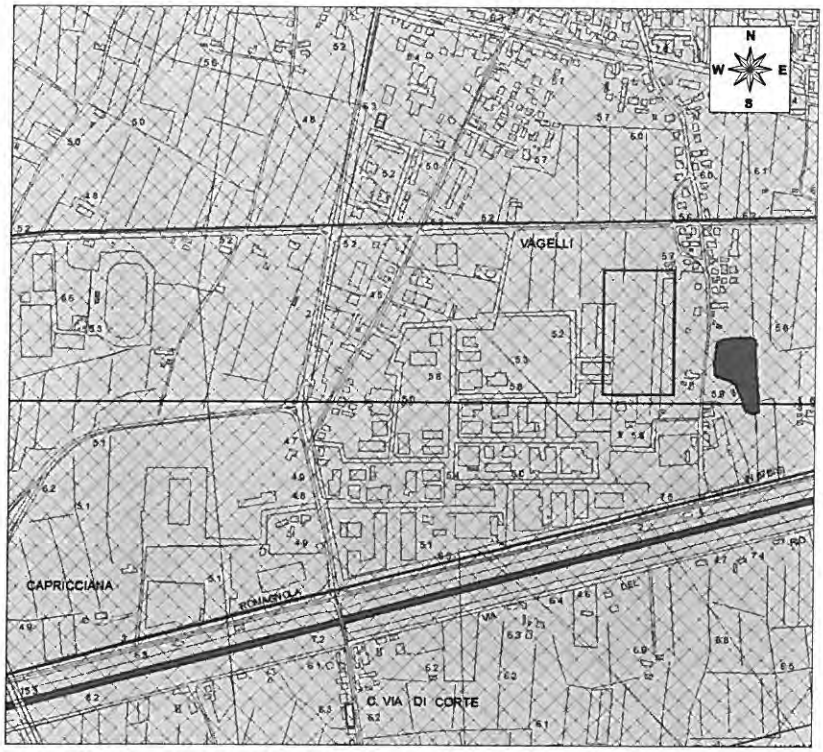


Scala 1:10.000

Figura 7 - STRALCIO DELLA CARTA LITOTECNICA
Tratto da: variante di monitoraggio al R.U. con contestuale variante al P. S. (D.P.G.R. 53/R 2011) - Marzo 2014.



Area in esame



Scala 1:10.000

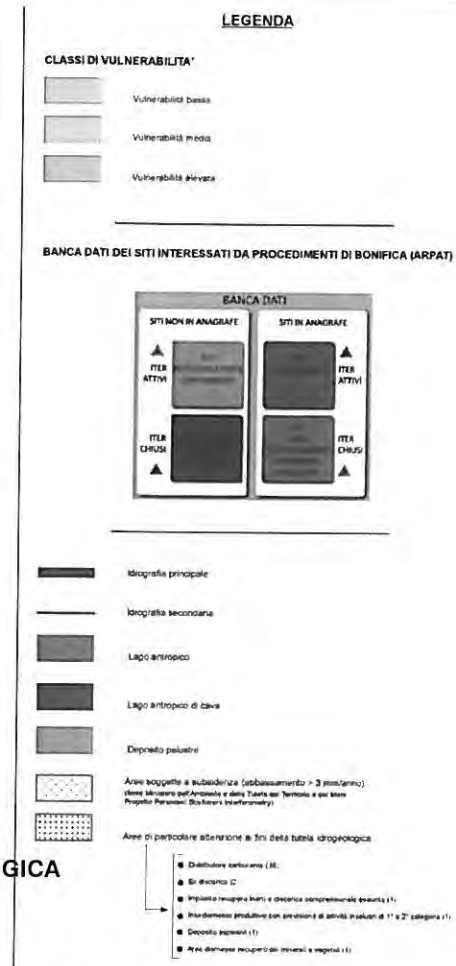


Figura 8 - STRALCIO DELLA CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA
Tratto da: variante di monitoraggio al R.U. con contestuale variante al P. S. (D.P.G.R. 53/R 2011) - Dicembre 2014.

FIGURA 9 - STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1

CANTIERE: Cascina - P.I.P. Est		**SONDAGGIO S1** **DATA:04/06/12**	**Metodo di perforazione** **CAROTAGGIO CONTINUO** **sino a 10 m di profondità dal p.c.**	**Geologo responsabile della campagna geognostica:** **Dott. Geol. Samuele Morandi**
Quota assoluta p.c. **5.5 m**	**Impresa esecutrice** **Mappo Geognostica**	**cassette catalogatrici n. 2**	**PROFONDITA' RAGGIUNTA** **ml 32 da p.c.**	

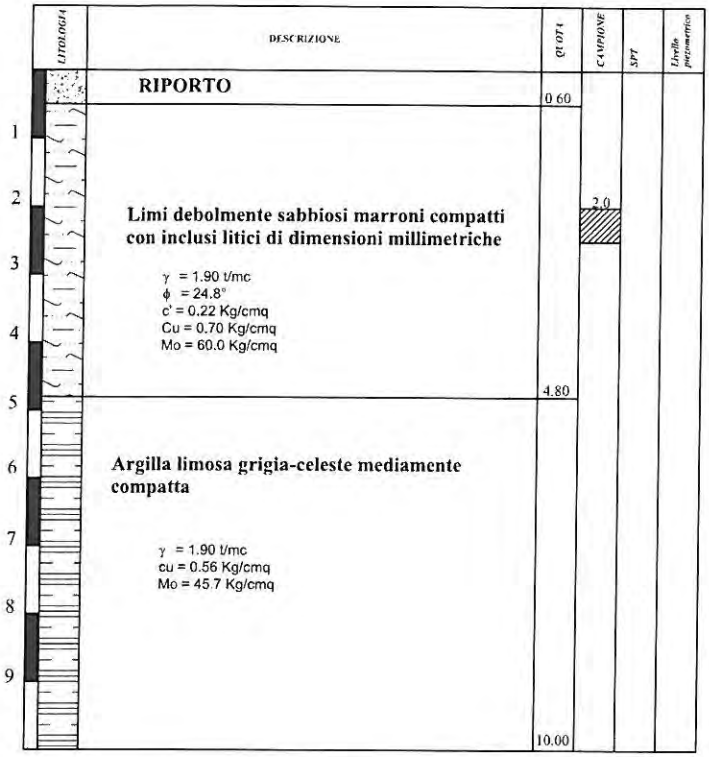


Foto 1 - Ubicazione sondaggio

Foto 2 - Cassetta n. 1 (da 0.00 a - 5.0 m)

Foto 3 - Cassetta n. 2 (da -5.00 a - 10.00 m)

ALLEGATO 1

CERTIFICATI ED ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE

Dott. SAMUELE MORANDI – Geologo
Via della Costituente, 17 – 56024 Ponte a Egola (Pisa)
Tel. 338/4170741 e-mail: morandisamuele@tiscali.it
Sito web: http://www.studiolithos.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note :

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna punta	laterale	qc kg/cm²	fs	qc/fs
0,20	----	----	--	------	----
0,40	----	----	--	0,60	----
0,60	9,0	18,0	9,0	0,87	10,0
0,80	10,0	23,0	10,0	0,93	11,0
1,00	15,0	29,0	15,0	1,13	13,0
1,20	14,0	31,0	14,0	1,40	10,0
1,40	12,0	33,0	12,0	1,07	11,0
1,60	12,0	28,0	12,0	0,87	14,0
1,80	11,0	24,0	11,0	0,73	15,0
2,00	12,0	23,0	12,0	0,67	18,0
2,20	14,0	24,0	14,0	0,87	16,0
2,40	13,0	26,0	13,0	1,00	13,0
2,60	17,0	32,0	17,0	1,13	15,0
2,80	18,0	35,0	18,0	1,27	14,0
3,00	16,0	35,0	16,0	1,27	13,0
3,20	16,0	35,0	16,0	0,93	17,0
3,40	15,0	29,0	15,0	0,60	25,0
3,60	15,0	24,0	15,0	0,60	25,0
3,80	8,0	17,0	8,0	0,67	12,0
4,00	7,0	17,0	7,0	0,40	17,0
4,20	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0
4,40	5,0	11,0	5,0	0,33	15,0
4,60	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0
4,80	5,0	10,0	5,0	0,40	12,0
5,00	6,0	12,0	6,0	0,53	11,0
5,20	10,0	18,0	10,0	0,60	17,0
5,40	9,0	18,0	9,0	0,67	13,0
5,60	7,0	17,0	7,0	0,47	15,0
5,80	5,0	12,0	5,0	0,40	12,0
6,00	5,0	11,0	5,0	0,33	15,0
6,20	4,0	9,0	4,0	0,27	15,0
6,40	5,0	9,0	5,0	0,53	9,0
6,60	6,0	14,0	6,0	0,33	18,0
6,80	16,0	21,0	16,0	0,80	20,0
7,00	13,0	25,0	13,0	0,93	14,0
7,20	38,0	52,0	38,0	1,67	23,0
7,40	5,0	30,0	5,0	0,27	19,0
7,60	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0
7,80	4,0	8,0	4,0	0,33	12,0
8,00	4,0	9,0	4,0	0,40	10,0
8,20	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0
8,40	13,0	19,0	13,0	0,60	22,0
8,60	9,0	18,0	9,0	0,53	17,0
8,80	9,0	17,0	9,0	0,40	22,0
9,00	5,0	11,0	5,0	0,33	15,0
9,20	7,0	12,0	7,0	0,53	13,0
9,40	9,0	17,0	9,0	0,67	13,0
9,60	8,0	18,0	8,0	0,53	15,0
9,80	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0
10,00	8,0	17,0	8,0	0,67	12,0
10,20	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0
10,40	11,0	21,0	11,0	0,73	15,0
10,60	8,0	19,0	8,0	0,53	15,0
10,80	13,0	21,0	13,0	0,73	18,0
11,00	11,0	22,0	11,0	0,73	15,0
11,20	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0
11,40	6,0	16,0	6,0	0,20	30,0
11,60	9,0	12,0	9,0	0,53	17,0
11,80	5,0	13,0	5,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note : Max prof. raggiunta. Piez. 6,0 m.

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna punta	laterale	qc kg/cm²	fs	qc/fs
0,20	----	----	--	------	----
0,40	----	----	--	0,53	----
0,60	6,0	14,0	6,0	0,67	9,0
0,80	8,0	18,0	8,0	0,87	9,0
1,00	14,0	27,0	14,0	1,00	14,0
1,20	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0
1,40	14,0	30,0	14,0	0,93	15,0
1,60	14,0	28,0	14,0	0,73	19,0
1,80	14,0	25,0	14,0	0,87	16,0
2,00	12,0	25,0	12,0	0,80	15,0
2,20	16,0	28,0	16,0	1,33	12,0
2,40	15,0	35,0	15,0	1,33	11,0
2,60	18,0	38,0	18,0	1,00	18,0
2,80	23,0	38,0	23,0	1,07	22,0
3,00	23,0	39,0	23,0	1,00	23,0
3,20	19,0	34,0	19,0	1,00	19,0
3,40	12,0	27,0	12,0	0,60	20,0
3,60	8,0	17,0	8,0	0,53	15,0
3,80	11,0	19,0	11,0	0,67	16,0
4,00	17,0	27,0	17,0	1,07	16,0
4,20	17,0	33,0	17,0	1,07	16,0
4,40	13,0	29,0	13,0	0,87	15,0
4,60	10,0	23,0	10,0	0,67	15,0
4,80	9,0	19,0	9,0	0,67	13,0
5,00	8,0	18,0	8,0	0,53	15,0
5,20	8,0	16,0	8,0	0,60	13,0
5,40	8,0	17,0	8,0	0,60	13,0
5,60	8,0	17,0	8,0	0,67	12,0
5,80	9,0	19,0	9,0	0,60	15,0
6,00	8,0	17,0	8,0	0,73	11,0
6,20	8,0	19,0	8,0	0,60	13,0
6,40	12,0	21,0	12,0	0,80	15,0
6,60	12,0	24,0	12,0	0,80	15,0
6,80	13,0	25,0	13,0	0,87	15,0
7,00	14,0	27,0	14,0	0,87	16,0
7,20	12,0	25,0	12,0	0,73	16,0
7,40	9,0	20,0	9,0	0,53	17,0
7,60	6,0	14,0	6,0	0,47	13,0
7,80	8,0	15,0	8,0	0,53	15,0
8,00	11,0	19,0	11,0	0,60	18,0
8,20	10,0	19,0	10,0	0,80	12,0
8,40	13,0	25,0	13,0	0,80	16,0
8,60	13,0	25,0	13,0	0,80	16,0
8,80	12,0	24,0	12,0	0,80	15,0
9,00	12,0	24,0	12,0	0,73	16,0
9,20	11,0	22,0	11,0	0,80	14,0
9,40	9,0	21,0	9,0	0,53	17,0
9,60	10,0	18,0	10,0	0,73	14,0
9,80	8,0	19,0	8,0	0,53	15,0
10,00	9,0	17,0	9,0	0,47	19,0
10,20	11,0	18,0	11,0	0,67	16,0
10,40	9,0	19,0	9,0	0,73	12,0
10,60	12,0	23,0	12,0	0,73	16,0
10,80	10,0	21,0	10,0	0,60	17,0
11,00	8,0	17,0	8,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note :

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna punta	laterale	qc kg/cm²	fs	qc/fs
0,20	----	----	--	------	----
0,40	----	----	--	2,07	----
0,60	26,0	57,0	26,0	1,87	14,0
0,80	21,0	49,0	21,0	2,47	9,0
1,00	12,0	49,0	12,0	1,47	8,0
1,20	9,0	31,0	9,0	1,20	7,0
1,40	17,0	35,0	17,0	1,13	15,0
1,60	26,0	43,0	26,0	1,60	16,0
1,80	20,0	44,0	20,0	1,60	12,0
2,00	14,0	38,0	14,0	1,00	14,0
2,20	12,0	27,0	12,0	0,80	15,0
2,40	12,0	24,0	12,0	0,73	16,0
2,60	16,0	27,0	16,0	1,07	15,0
2,80	16,0	32,0	16,0	1,00	16,0
3,00	21,0	36,0	21,0	1,47	14,0
3,20	22,0	44,0	22,0	1,60	14,0
3,40	21,0	45,0	21,0	1,33	16,0
3,60	22,0	42,0	22,0	1,33	16,0
3,80	16,0	36,0	16,0	1,07	15,0
4,00	13,0	29,0	13,0	0,73	18,0
4,20	15,0	26,0	15,0	1,00	15,0
4,40	15,0	30,0	15,0	1,00	15,0
4,60	18,0	33,0	18,0	1,13	16,0
4,80	19,0	36,0	19,0	1,13	17,0
5,00	14,0	31,0	14,0	0,87	16,0
5,20	15,0	28,0	15,0	0,87	17,0
5,40	15,0	28,0	15,0	0,93	16,0
5,60	13,0	27,0	13,0	0,87	15,0
5,80	12,0	25,0	12,0	0,80	15,0
6,00	10,0	22,0	10,0	0,73	14,0
6,20	10,0	21,0	10,0	0,73	14,0
6,40	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0
6,60	11,0	21,0	11,0	0,67	16,0
6,80	11,0	21,0	11,0	0,73	15,0
7,00	11,0	22,0	11,0	0,67	16,0
7,20	7,0	17,0	7,0	0,53	13,0
7,40	8,0	16,0	8,0	0,60	13,0
7,60	7,0	16,0	7,0	0,53	13,0
7,80	11,0	19,0	11,0	0,80	14,0
8,00	12,0	24,0	12,0	0,87	14,0
8,20	14,0	27,0	14,0	0,87	16,0
8,40	13,0	26,0	13,0	1,00	13,0
8,60	13,0	28,0	13,0	1,07	12,0
8,80	12,0	28,0	12,0	1,07	11,0
9,00	16,0	32,0	16,0	1,07	15,0
9,20	12,0	28,0	12,0	0,80	15,0
9,40	11,0	23,0	11,0	0,73	15,0
9,60	9,0	20,0	9,0	0,60	15,0
9,80	9,0	18,0	9,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note :

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna punta	laterale	qc kg/cm²	fs	qc/fs
0,20	----	----	--	------	----
0,40	----	----	--	0,60	----
0,60	9,0	18,0	9,0	0,67	13,0
0,80	9,0	19,0	9,0	0,87	10,0
1,00	12,0	25,0	12,0	1,00	12,0
1,20	15,0	30,0	15,0	1,40	11,0
1,40	15,0	36,0	15,0	1,20	12,0
1,60	13,0	31,0	13,0	0,87	15,0
1,80	12,0	25,0	12,0	0,47	26,0
2,00	12,0	19,0	12,0	0,73	16,0
2,20	13,0	24,0	13,0	0,87	15,0
2,40	15,0	28,0	15,0	0,93	16,0
2,60	19,0	33,0	19,0	1,20	16,0
2,80	17,0	35,0	17,0	1,27	13,0
3,00	18,0	37,0	18,0	1,13	16,0
3,20	16,0	33,0	16,0	0,93	17,0
3,40	18,0	32,0	18,0	1,00	18,0
3,60	18,0	33,0	18,0	1,13	16,0
3,80	18,0	35,0	18,0	1,00	18,0
4,00	15,0	30,0	15,0	0,93	16,0
4,20	14,0	28,0	14,0	0,67	21,0
4,40	14,0	24,0	14,0	0,87	16,0
4,60	10,0	23,0	10,0	0,73	14,0
4,80	9,0	20,0	9,0	0,47	19,0
5,00	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0
5,20	6,0	13,0	6,0	0,33	18,0
5,40	6,0	11,0	6,0	0,40	15,0
5,60	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0
5,80	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0
6,00	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0
6,20	6,0	13,0	6,0	0,47	13,0
6,40	7,0	14,0	7,0	0,60	12,0
6,60	9,0	18,0	9,0	0,67	13,0
6,80	9,0	19,0	9,0	0,53	17,0
7,00	11,0	19,0	11,0	0,67	16,0
7,20	11,0	21,0	11,0	0,67	16,0
7,40	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0
7,60	8,0	18,0	8,0	0,53	15,0
7,80	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0
8,00	10,0	19,0	10,0	0,73	14,0
8,20	12,0	23,0	12,0	1,00	12,0
8,40	13,0	28,0	13,0	0,93	14,0
8,60	14,0	28,0	14,0	1,00	14,0
8,80	11,0	26,0	11,0	0,87	13,0
9,00	11,0	24,0	11,0	0,80	14,0
9,20	9,0	21,0	9,0	0,73	12,0
9,40	8,0	19,0	8,0	0,47	17,0
9,60	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0
9,80	9,0	16,0	9,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

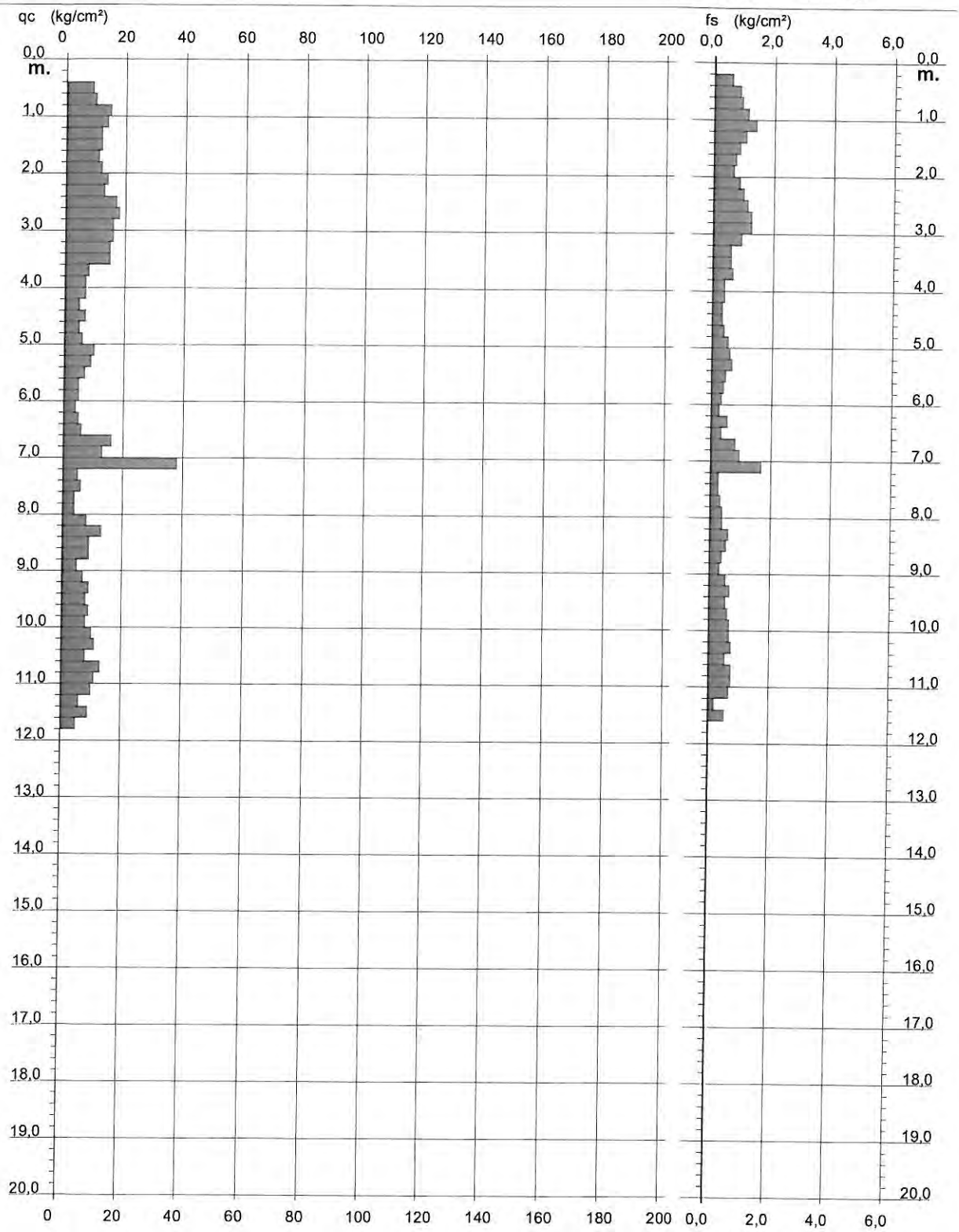
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



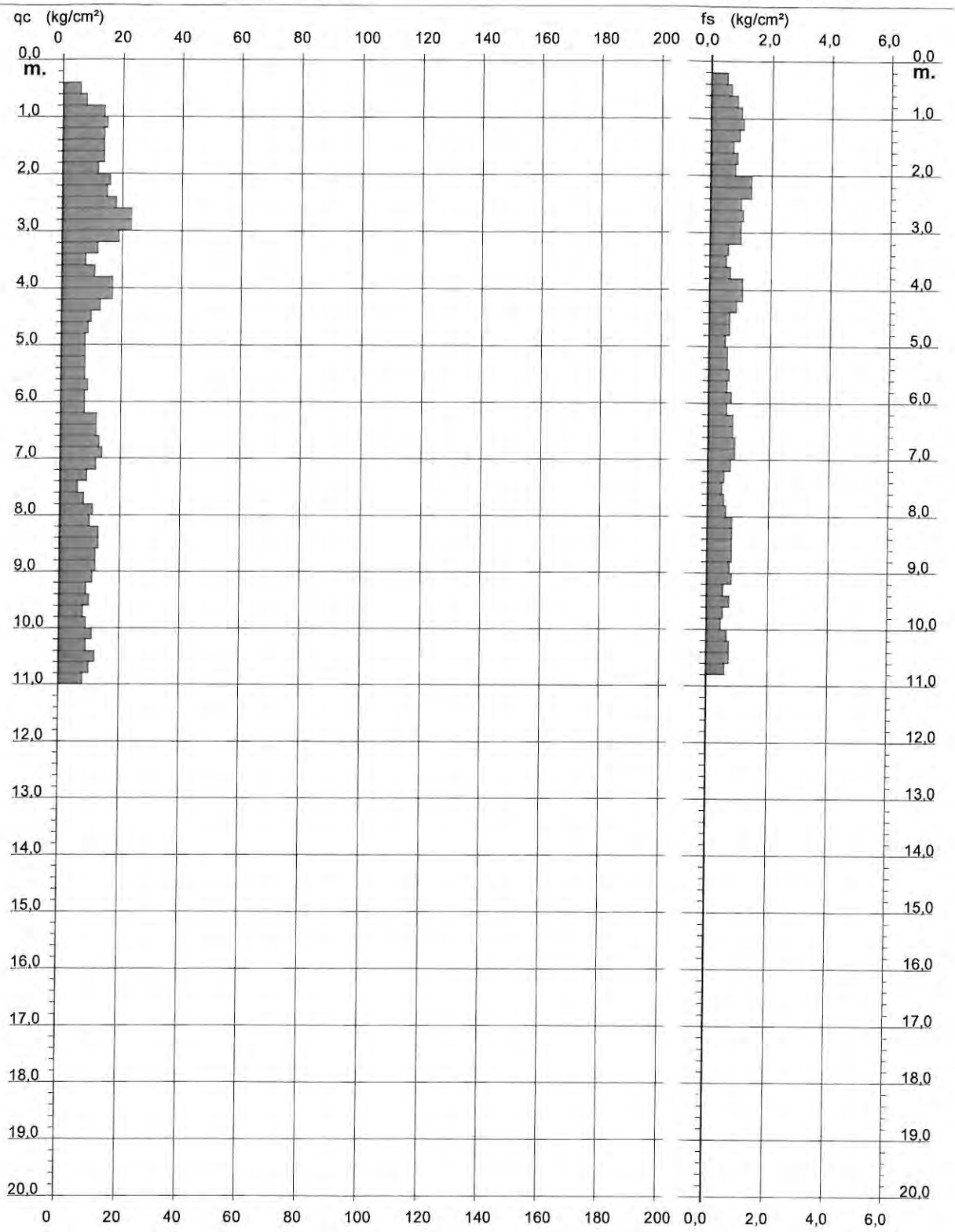
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note : Max prof. raggiunta. Piez. 6,0 m.

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



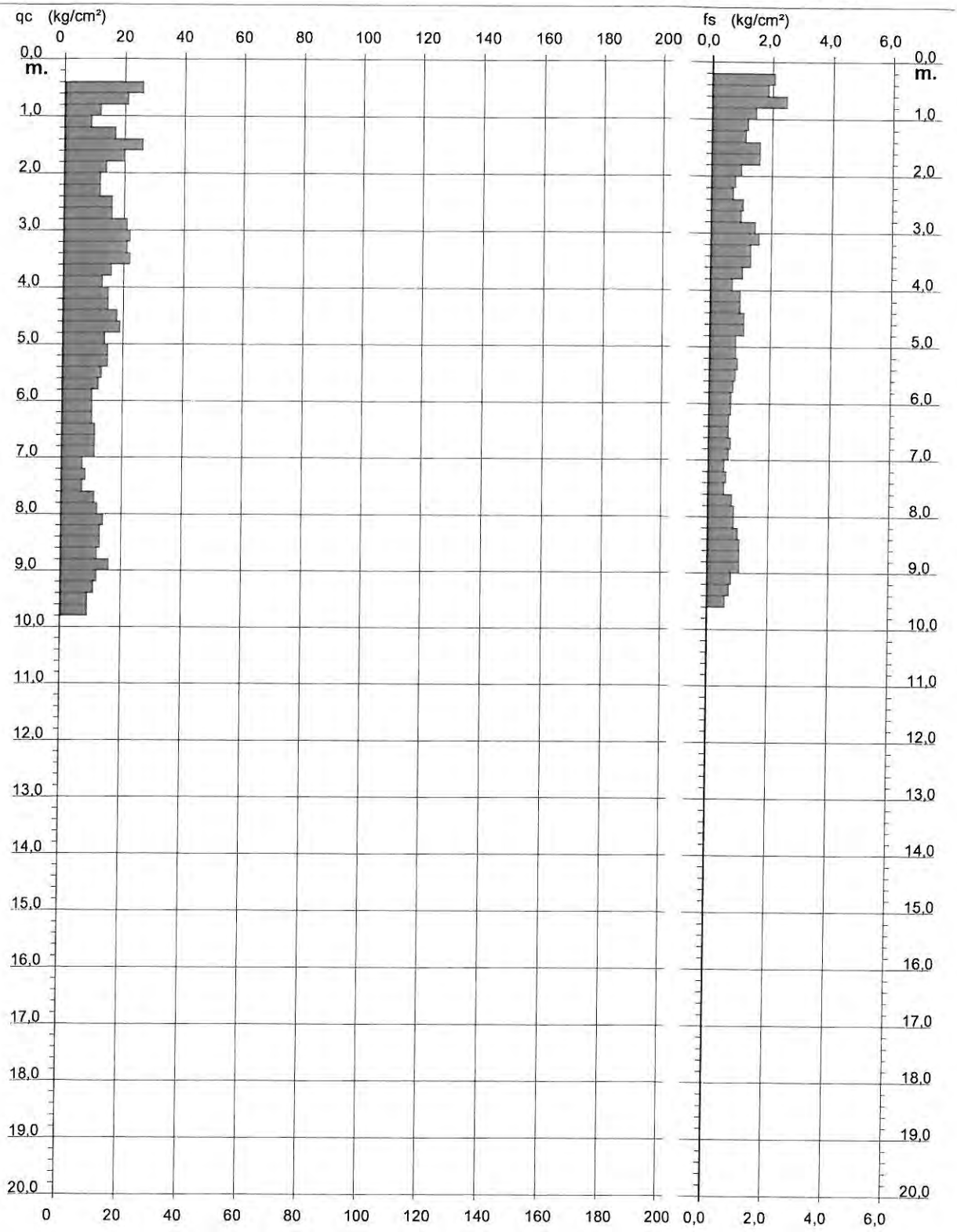
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



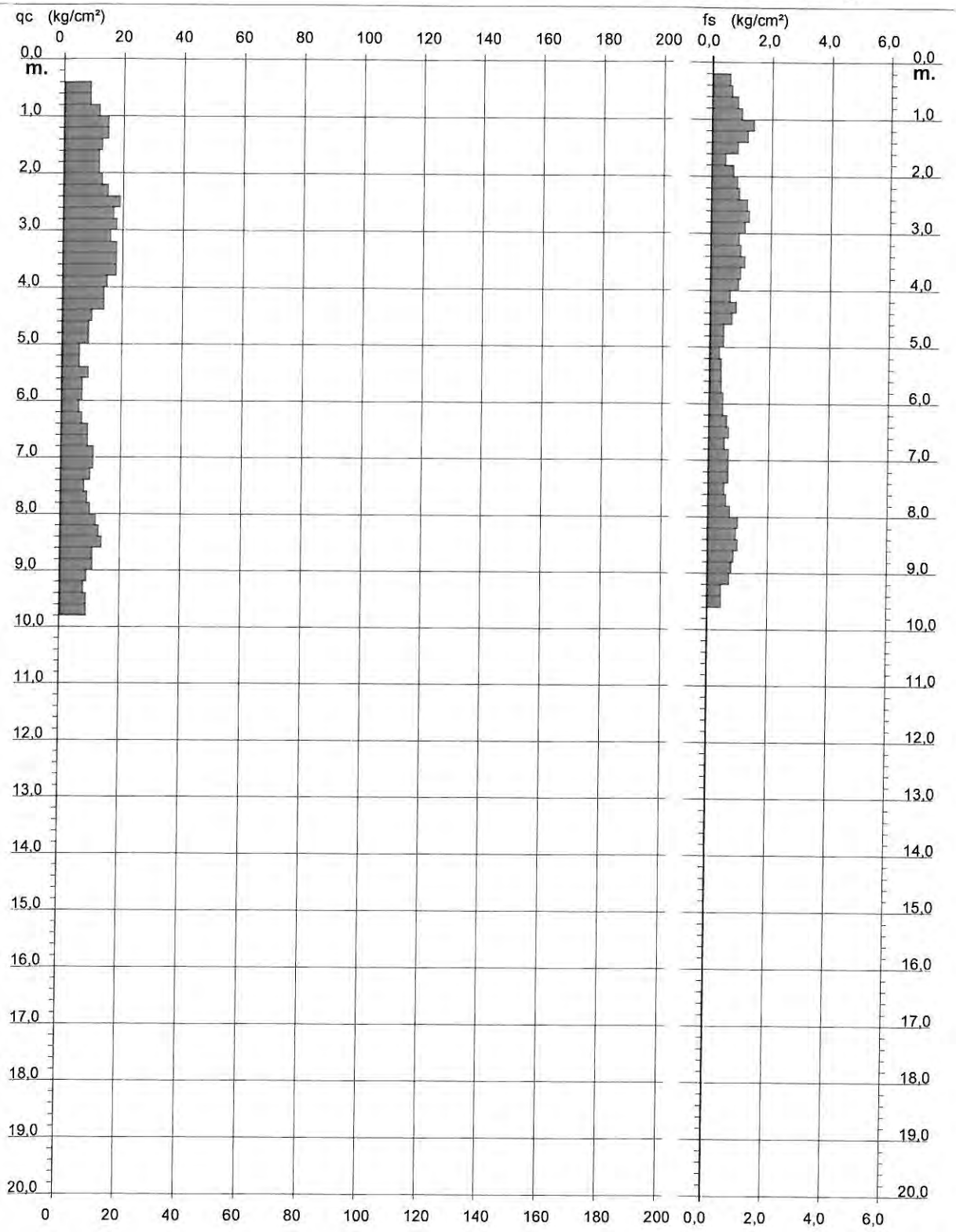
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



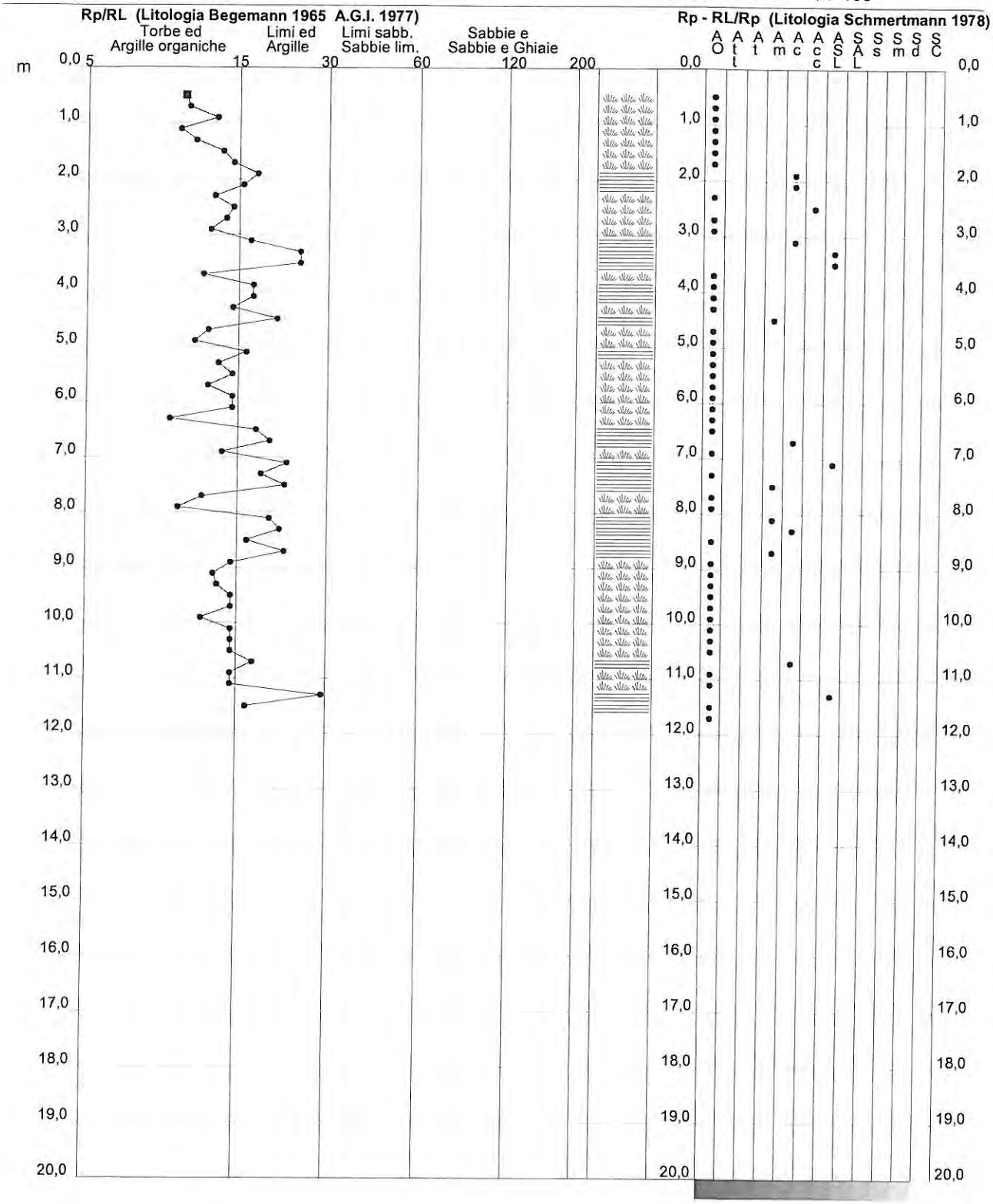
PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note :

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



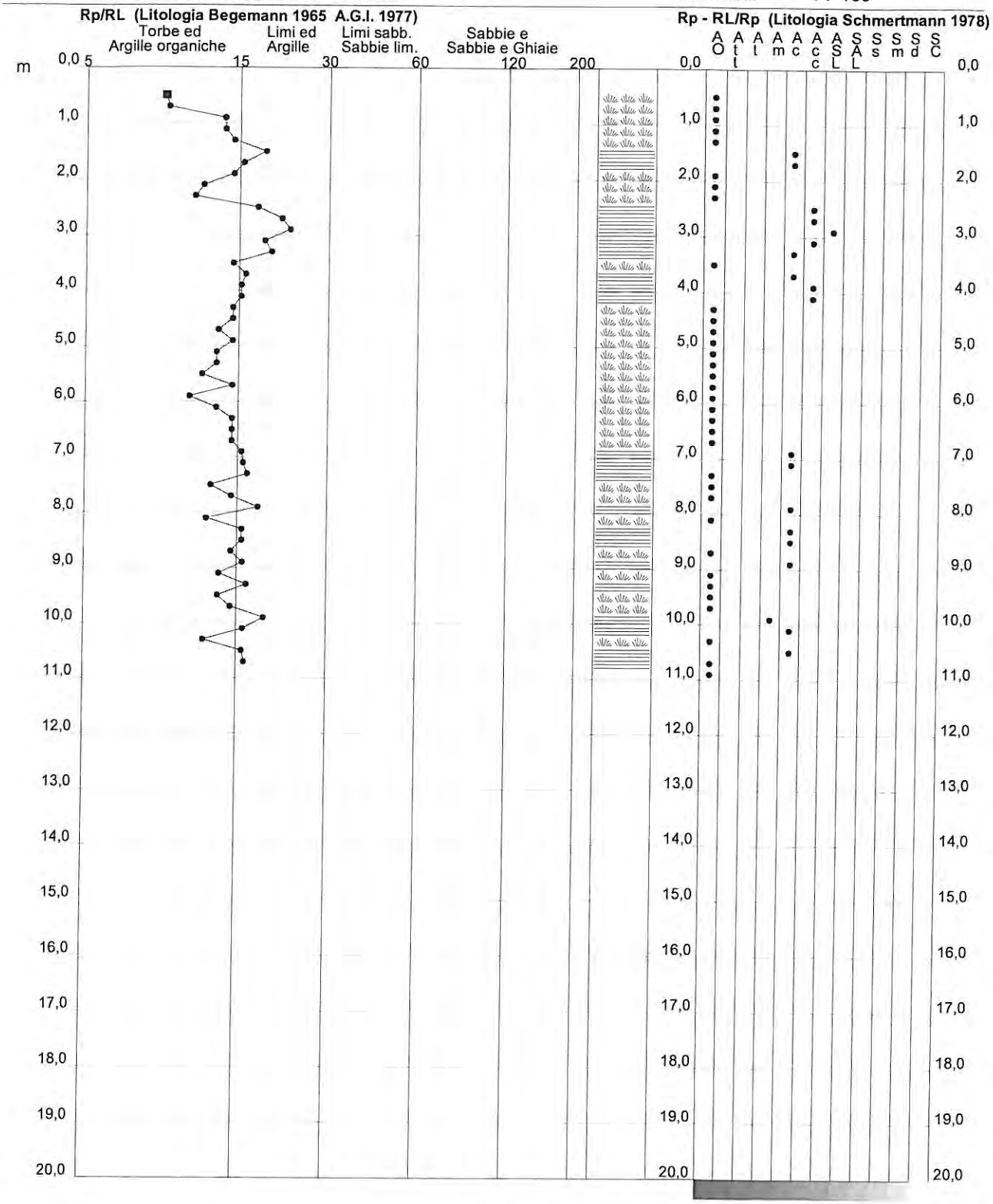
PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note : Max prof. raggiunta. Piez. 6,0 m.

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



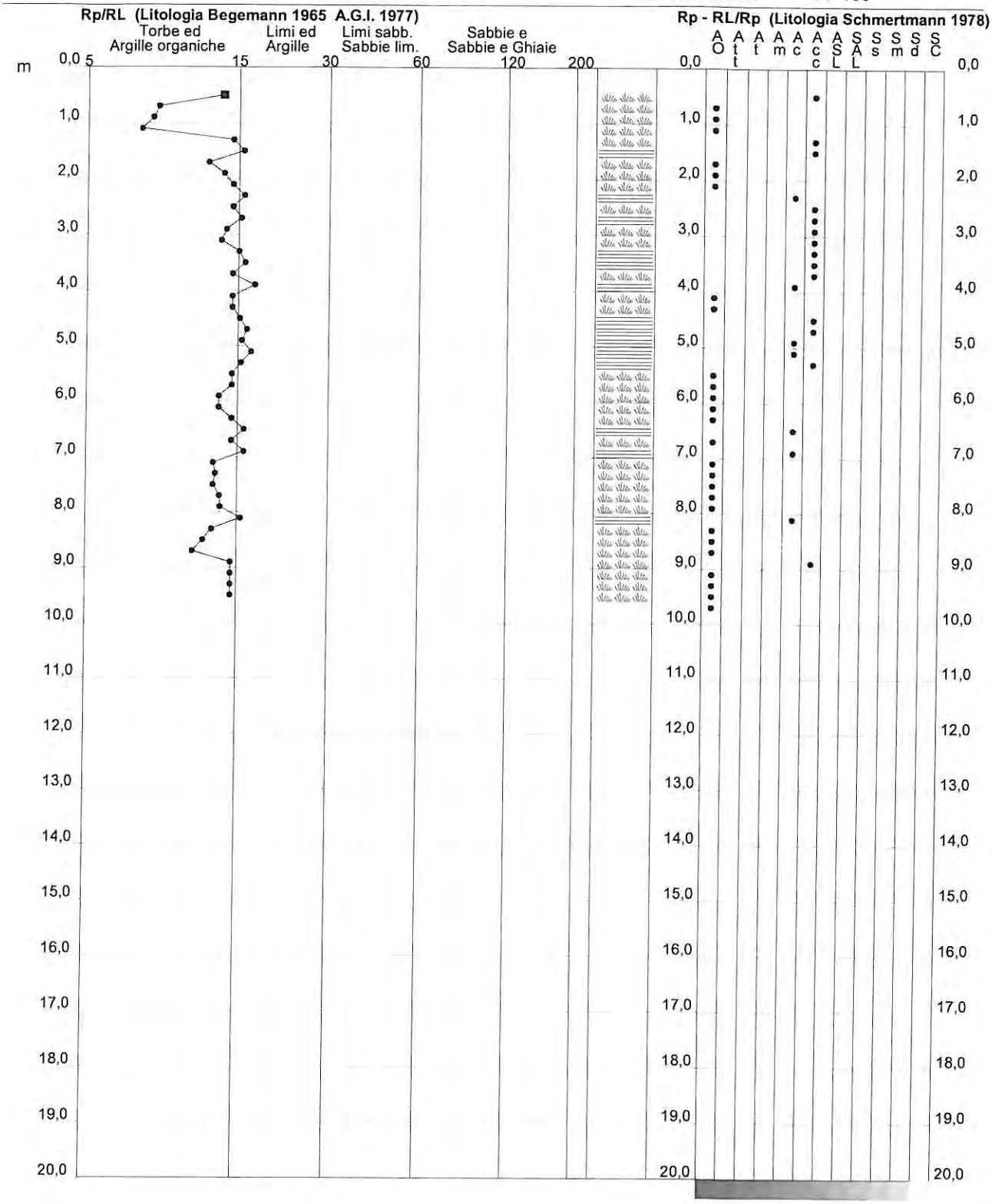
PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note :

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



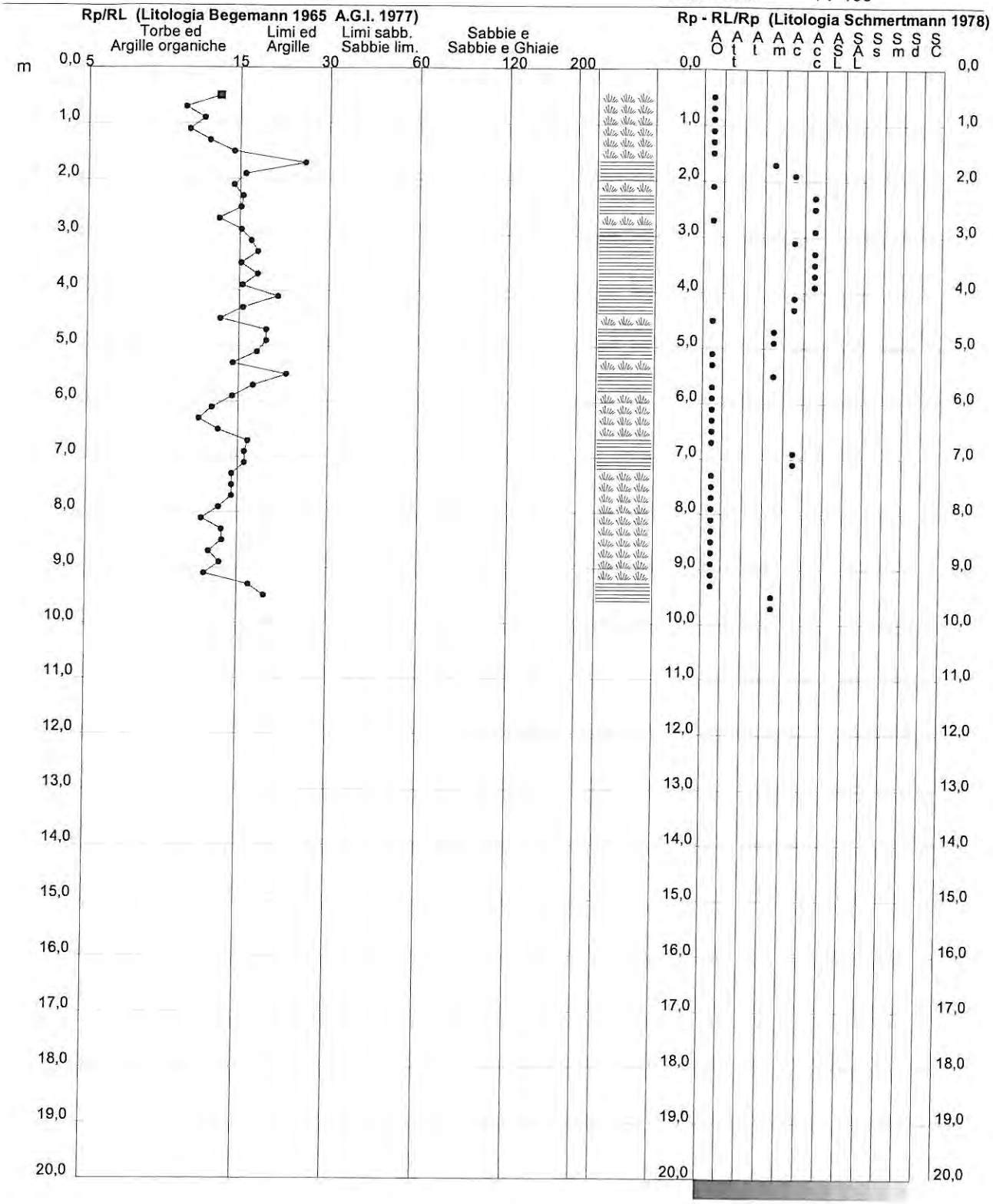
PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note :

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note :

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

				NATURA COESIVA							NATURA GRANULARE										
Prof m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	9	10	2////	1,85	0,11	0,45	36,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	10	11	2////	1,85	0,15	0,50	28,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	15	13	2////	1,85	0,19	0,67	31,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	14	10	2////	1,85	0,22	0,64	23,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	12	11	2////	1,85	0,26	0,57	16,9	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	12	14	2////	1,85	0,30	0,57	14,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	11	15	2////	1,85	0,33	0,54	11,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	12	18	2////	1,85	0,37	0,57	10,8	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	14	16	2////	1,85	0,41	0,64	11,0	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	13	13	2////	1,85	0,44	0,60	9,2	106	159	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	17	15	2////	1,85	0,48	0,72	10,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	18	14	2////	1,85	0,52	0,75	10,0	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	16	13	2////	1,85	0,55	0,70	8,3	132	198	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	16	17	2////	1,85	0,59	0,70	7,7	144	216	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	15	25	2////	1,85	0,63	0,67	6,8	160	240	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	15	25	2////	1,85	0,67	0,67	6,3	174	260	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	8	12	2////	1,85	0,70	0,40	3,1	194	291	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	7	17	2////	1,85	0,74	0,35	2,5	186	280	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	7	17	2////	1,85	0,78	0,35	2,3	190	284	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	5	15	1***	1,85	0,81	0,25	1,4	32	48	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	7	21	2////	1,85	0,85	0,35	2,1	195	292	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	5	12	1***	1,85	0,89	0,25	1,3	32	48	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	6	11	1***	1,85	0,93	0,30	1,5	38	57	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	10	17	2////	1,85	0,96	0,50	2,8	255	383	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	9	13	2////	1,85	1,00	0,45	2,3	244	366	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	7	15	1***	1,85	1,04	0,35	1,6	44	66	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	5	12	1***	1,85	1,07	0,25	1,0	32	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	5	15	1***	1,85	1,11	0,25	1,0	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	4	15	1***	1,85	1,15	0,20	0,7	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	5	9	1***	1,85	1,18	0,25	0,9	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	6	18	2////	1,85	1,22	0,30	1,1	179	269	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	16	20	2////	1,85	1,26	0,70	3,0	344	515	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	13	14	2////	1,85	1,30	0,60	2,4	324	485	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	38	23	4/:/:	1,85	1,33	1,27	5,9	354	532	114	32	32	35	38	41	30	30	0,061	63	95	114
7,40	5	19	2////	1,85	1,37	0,25	0,7	150	225	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	6	22	2////	1,85	1,41	0,30	0,9	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	4	12	1***	1,85	1,44	0,20	0,5	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	4	10	1***	1,85	1,48	0,20	0,5	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	8	20	2////	1,85	1,52	0,40	1,2	238	357	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	13	22	2////	1,85	1,55	0,60	1,9	341	511	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	9	17	2////	1,85	1,59	0,45	1,3	266	399	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	9	22	2////	1,85	1,63	0,45	1,3	266	400	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	5	15	1***	1,85	1,66	0,25	0,6	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	7	13	1***	1,85	1,70	0,35	0,9	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	9	13	2////	1,85	1,74	0,45	1,2	268	402	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	8	15	2////	1,85	1,78	0,40	1,0	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	9	15	2////	1,85	1,81	0,45	1,1	269	403	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	8	12	2////	1,85	1,85	0,40	0,9	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	10	15	2////	1,85	1,89	0,50	1,2	297	446	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	11	15	2////	1,85	1,92	0,54	1,3	318	476	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	8	15	2////	1,85	1,96	0,40	0,9	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	13	18	2////	1,85	2,00	0,60	1,4	355	532	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	11	15	2////	1,85	2,03	0,54	1,2	319	479	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	10	15	2////	1,85	2,07	0,50	1,1	299	449	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	6	30	4/:/:	1,85	2,11	0,30	0,5	180	270	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18
11,60	9	17	2////	1,85	2,15	0,45	0,9	270	405	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	5	--	1***	1,85	2,18	0,25	0,4	33	49	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note : Max prof. raggiunta. Piez. 6,0 m.

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

								NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE						
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	6	9	1***	1,85	0,11	0,30	21,8	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	8	9	2////	1,85	0,15	0,40	21,8	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	14	14	2////	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	15	14	2////	1,85	0,22	0,67	24,8	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14	15	2////	1,85	0,26	0,64	19,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	14	19	2////	1,85	0,30	0,64	16,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	14	16	2////	1,85	0,33	0,64	14,1	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	12	15	2////	1,85	0,37	0,57	10,8	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	16	12	2////	1,85	0,41	0,70	12,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	15	11	2////	1,85	0,44	0,67	10,4	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	18	18	2////	1,85	0,48	0,75	10,9	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	23	22	4/:/:	1,85	0,52	0,87	12,0	148	221	69	38	33	36	38	41	32	28	0,074	38	58	69
3,00	23	23	4/:/:	1,85	0,55	0,87	11,0	148	221	69	36	33	36	38	41	32	28	0,070	38	58	69
3,20	19	19	2////	1,85	0,59	0,78	8,8	140	210	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	12	20	2////	1,85	0,63	0,57	5,6	170	255	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	8	15	2////	1,85	0,67	0,40	3,3	187	280	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	11	16	2////	1,85	0,70	0,54	4,5	196	294	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	17	16	2////	1,85	0,74	0,72	6,1	195	292	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	17	16	2////	1,85	0,78	0,72	5,7	208	312	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	13	15	2////	1,85	0,81	0,60	4,3	227	341	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	10	15	2////	1,85	0,85	0,50	3,2	237	356	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	9	13	2////	1,85	0,89	0,45	2,7	233	349	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	8	15	2////	1,85	0,93	0,40	2,2	219	329	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	8	13	2////	1,85	0,96	0,40	2,1	222	333	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	8	13	2////	1,85	1,00	0,40	2,0	224	336	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	8	12	2////	1,85	1,04	0,40	1,9	226	339	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	9	15	2////	1,85	1,07	0,45	2,1	249	374	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	8	11	2////	1,85	1,11	0,40	1,8	229	343	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	8	13	2////	1,85	1,15	0,40	1,7	230	345	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	12	15	2////	1,85	1,18	0,57	2,5	302	453	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	12	15	2////	1,85	1,22	0,57	2,4	305	458	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	13	15	2////	1,85	1,26	0,60	2,5	320	480	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	14	16	2////	1,85	1,30	0,64	2,6	334	501	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	12	16	2////	1,85	1,33	0,57	2,2	314	471	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	9	17	2////	1,85	1,37	0,45	1,6	261	392	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	6	13	1***	1,85	1,41	0,30	0,9	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	8	15	2////	1,85	1,44	0,40	1,3	237	355	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	11	18	2////	1,85	1,48	0,54	1,8	307	460	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	10	12	2////	1,85	1,52	0,50	1,6	290	435	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	13	16	2////	1,85	1,55	0,60	1,9	341	511	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	13	16	2////	1,85	1,59	0,60	1,9	343	514	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	12	15	2////	1,85	1,63	0,57	1,7	329	493	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	12	16	2////	1,85	1,66	0,57	1,6	330	495	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	11	14	2////	1,85	1,70	0,54	1,5	313	470	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	9	17	2////	1,85	1,74	0,45	1,2	268	402	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	10	14	2////	1,85	1,78	0,50	1,3	296	443	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	8	15	2////	1,85	1,81	0,40	0,9	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	9	19	2////	1,85	1,85	0,45	1,1	269	404	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	11	16	2////	1,85	1,89	0,54	1,3	317	475	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	9	12	2////	1,85	1,92	0,45	1,0	270	405	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	12	16	2////	1,85	1,96	0,57	1,3	337	505	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	10	17	2////	1,85	2,00	0,50	1,1	298	448	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	8	--	2////	1,85	2,03	0,40	0,8	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note :

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

				NATURA COESIVA							NATURA GRANULARE										
Prof m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	26	14	4/:/:	1,85	0,11	0,93	89,3	158	237	78	79	39	41	43	44	41	28	0,188	43	65	78
0,80	21	9	4/:/:	1,85	0,15	0,82	53,7	140	210	63	65	37	39	41	43	39	27	0,144	35	53	63
1,00	12	8	2////	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	9	7	2////	1,85	0,22	0,45	15,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	17	15	2////	1,85	0,26	0,72	22,7	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	26	16	4/:/:	1,85	0,30	0,93	26,2	158	237	78	55	36	38	40	42	36	28	0,118	43	65	78
1,80	20	12	4/:/:	1,85	0,33	0,80	18,8	136	204	60	44	34	36	39	41	34	27	0,088	33	50	60
2,00	14	14	2////	1,85	0,37	0,64	12,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	12	15	2////	1,85	0,41	0,57	9,6	98	147	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	12	16	2////	1,85	0,44	0,57	8,6	105	158	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	16	15	2////	1,85	0,48	0,70	10,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	16	16	2////	1,85	0,52	0,70	9,1	123	184	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	21	14	4/:/:	1,85	0,55	0,82	10,3	140	210	63	33	33	35	38	41	32	27	0,064	35	53	63
3,20	22	14	4/:/:	1,85	0,59	0,85	9,8	144	216	66	33	33	35	38	41	31	28	0,064	37	55	66
3,40	21	16	4/:/:	1,85	0,63	0,82	8,8	149	223	63	30	32	35	37	40	31	27	0,057	35	53	63
3,60	22	16	4/:/:	1,85	0,67	0,85	8,5	158	237	66	30	32	35	38	40	31	28	0,058	37	55	66
3,80	16	15	2////	1,85	0,70	0,70	6,2	184	276	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	13	18	2////	1,85	0,74	0,60	4,9	205	307	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	15	15	2////	1,85	0,78	0,67	5,2	213	320	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	15	15	2////	1,85	0,81	0,67	4,9	225	338	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	18	16	2////	1,85	0,85	0,75	5,4	232	348	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	19	17	2////	1,85	0,89	0,78	5,3	243	364	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	14	16	2////	1,85	0,93	0,64	3,9	259	389	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	15	17	2////	1,85	0,96	0,67	4,0	269	403	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	15	16	2////	1,85	1,00	0,67	3,8	281	422	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	13	15	2////	1,85	1,04	0,60	3,2	288	432	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	12	15	2////	1,85	1,07	0,57	2,9	288	432	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	10	14	2////	1,85	1,11	0,50	2,3	271	406	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	10	14	2////	1,85	1,15	0,50	2,2	274	411	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	10	15	2////	1,85	1,18	0,50	2,1	276	414	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	11	16	2////	1,85	1,22	0,54	2,2	293	440	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	11	15	2////	1,85	1,26	0,54	2,2	296	443	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	11	16	2////	1,85	1,30	0,54	2,1	298	447	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	7	13	1***	1,85	1,33	0,35	1,2	45	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	8	13	2////	1,85	1,37	0,40	1,3	236	353	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	7	13	1***	1,85	1,41	0,35	1,1	45	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	11	14	2////	1,85	1,44	0,54	1,8	305	458	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	12	14	2////	1,85	1,48	0,57	1,9	323	484	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	14	16	2////	1,85	1,52	0,64	2,1	352	528	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	13	13	2////	1,85	1,55	0,60	1,9	341	511	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	13	12	2////	1,85	1,59	0,60	1,9	343	514	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	12	11	2////	1,85	1,63	0,57	1,7	329	493	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	16	15	2////	1,85	1,66	0,70	2,1	385	578	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	12	15	2////	1,85	1,70	0,57	1,6	331	496	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	11	15	2////	1,85	1,74	0,54	1,4	314	471	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	9	15	2////	1,85	1,78	0,45	1,1	268	403	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	9	--	2////	1,85	1,81	0,45	1,1	269	403	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.01PG05-077

- committente : Geol. Morandi Samuele
- lavoro :
- località : Cascina Area P.I.P. Est
- note :

- data : 12/06/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

								NATURA COESIVA													NATURA GRANULARE		
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol	Y' t/m³	d'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	9	13	2////	1,85	0,11	0,45	36,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	9	10	2////	1,85	0,15	0,45	25,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	12	12	2////	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	15	11	2////	1,85	0,22	0,67	24,8	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	15	12	2////	1,85	0,26	0,67	20,5	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	13	15	2////	1,85	0,30	0,60	15,3	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	12	26	2////	1,85	0,33	0,57	12,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	12	16	2////	1,85	0,37	0,57	10,8	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	13	15	2////	1,85	0,41	0,60	10,3	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	15	16	2////	1,85	0,44	0,67	10,4	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	19	16	2////	1,85	0,48	0,78	11,4	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	17	13	2////	1,85	0,52	0,72	9,5	125	187	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	18	16	2////	1,85	0,55	0,75	9,1	132	198	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	16	17	2////	1,85	0,59	0,70	7,7	144	216	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	18	18	2////	1,85	0,63	0,75	7,8	152	228	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	18	16	2////	1,85	0,67	0,75	7,3	165	247	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	18	18	2////	1,85	0,70	0,75	6,8	178	267	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	15	16	2////	1,85	0,74	0,67	5,5	200	301	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	14	21	2////	1,85	0,78	0,64	4,9	215	323	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	14	16	2////	1,85	0,81	0,64	4,6	227	340	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	10	14	2////	1,85	0,85	0,50	3,2	237	356	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	9	19	2////	1,85	0,89	0,45	2,7	233	349	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	9	19	2////	1,85	0,93	0,45	2,6	237	355	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	6	18	2////	1,85	0,96	0,30	1,5	175	263	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	6	15	1***	1,85	1,00	0,30	1,4	38	57	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	9	22	2////	1,85	1,04	0,45	2,2	247	370	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	7	17	2////	1,85	1,07	0,35	1,5	203	305	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	7	15	1***	1,85	1,11	0,35	1,5	44	66	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	6	13	1***	1,85	1,15	0,30	1,2	39	58	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	7	12	1***	1,85	1,18	0,35	1,4	45	67	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	9	13	2////	1,85	1,22	0,45	1,8	256	385	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	9	17	2////	1,85	1,26	0,45	1,7	258	387	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	11	16	2////	1,85	1,30	0,54	2,1	298	447	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	11	16	2////	1,85	1,33	0,54	2,0	300	450	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	10	15	2////	1,85	1,37	0,50	1,8	285	428	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	8	15	2////	1,85	1,41	0,40	1,3	236	354	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	9	15	2////	1,85	1,44	0,45	1,5	263	395	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	10	14	2////	1,85	1,48	0,50	1,6	289	434	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	12	12	2////	1,85	1,52	0,57	1,9	324	486	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	13	14	2////	1,85	1,55	0,60	1,9	341	511	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	14	14	2////	1,85	1,59	0,64	2,0	356	535	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	11	13	2////	1,85	1,63	0,54	1,6	312	467	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	11	14	2////	1,85	1,66	0,54	1,5	312	469	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	9	12	2////	1,85	1,70	0,45	1,2	267	401	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	8	17	2////	1,85	1,74	0,40	1,0	240	360	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	9	19	2////	1,85	1,78	0,45	1,1	268	403	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	9	--	2////	1,85	1,81	0,45	1,1	269	403	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ALLEGATO 2

ANALISI DI LABORATORIO S1C1
(GIUGNO 2012)

Dott. SAMUELE MORANDI – Geologo
Via della Costituente, 17 – 56024 Ponte a Egola (Pisa)
Tel. 338/4170741 e-mail: morandisamuele@tiscali.it
Sito web: http://www.studiolithos.it

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

Rapporto di prova n. 00573 del 27/06/2012 V.A. 183/1589 del 12/06/2012

COMMITTENTE: BACCI MECCANICA
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Area PIP – Via Campania – Cascina (PI)
ESPERIENZE EFFETTUATE: Prove su terra
Il presente rapporto di prova è costituito da n. una pagina.

RELAZIONE

Il giorno 12/06/2012 è stato consegnato al Laboratorio un campione contrassegnato nel modo seguente:

Campione S1C1: Campione 1 prelevato dal sondaggio 1 a profondità compresa tra 2.0m e 2.5m dal piano campagna.

Sul campione sono state eseguite le seguenti esperienze:
1. Determinazione del peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2).
2. Determinazione del contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1).
3. Determinazione della massa volumica reale (UNI CEN ISO/TS 17892-3).
4. Prova edometrica ad incrementi di carico controllati (UNI CEN ISO/TS 17892-5).
5. Prova di taglio diretto CD (UNI CEN ISO/TS 17892-10).

I risultati delle prove sono stati riportati nei certificati indicati con i numeri dal 1303/G al 1305/G.

La classe del campione è stata attribuita in accordo alla tabella 3.1 della norma EN 1997-2:2007.

La prova di taglio CD permette di ottenere quanto di seguito riportato:

<u>Campione S1C1</u>
Angolo di attrito $\phi' = 24.8°$
Coesione drenata $c' = 22kPa$

Lo Sperimentatore
Geol. Gianni Gambetta Vianna

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 1303/G del 27/06/12
COMMITTENTE: BACCI MECCANICA
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Area PIP - Via Campania - Cascina (PI)

Verbale di accettazione: 183/1589
SOND.: 1 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.5

CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

CONTENUTO IN ACQUA %	= 24.10
UNI CEN ISO/TS 17892-1	
PESO DI VOLUME kN/m3	= 20.55
UNI CEN ISO/TS 17892-2	
PESO SPECIFICO DEI GRANULI, t/m^3	= 2.73
UNI CEN ISO/TS 17892-3	

VALORI DERIVATI

DENSITA' SECCA kN/m3	= 16.56
INDICE DEI VUOTI	= 0.617
POROSITA'	= 0.381
GRADO DI SATURAZIONE %	= 106.71

NOTA:

Pagina: 1/1

Data esecuzione prove: 14/06/12-15/06/12

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 1304/G del 27/06/12
COMMITTENTE: BACCI MECCANICA
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Area PIP - Via Campania - Cascina (PI)

Verbale di accettazione: 183/1589
SOND.: 1 CAMP.: 1
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.5

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche del campione

diametro, cm= 5.05
altezza, cm= 2.00

	Iniziale	Finale
contenuto in acqua, %	23.52	19.38
grado di saturazione, %	99.61	-
peso di volume, kN/m^3	20.09	0.00
densità secca, kN/m^3	16.27	0.00
Peso specifico dei grani, t/m^3	2.73	2.73
Indice dei vuoti, -	0.64	-

Pressioni Kpa	Cedimenti mm	H/H %	Indice Vuoti -	Mod. Edom. KPa
25.00	0.089	0.45	0.637	-
49.00	0.362	1.81	0.615	1738.42
98.00	0.632	3.16	0.593	3539.43
196.00	0.877	4.38	0.573	7698.20
392.00	1.335	6.68	0.535	8085.64
785.00	1.952	9.76	0.484	11692.23
1569.00	2.771	13.86	0.417	16884.72
392.00	2.585	12.93	0.432	-
98.00	2.510	12.55	0.438	-
25.00	2.412	12.06	0.446	-

NOTA:

Data esecuzione prove: 14/06/12-25/06/12

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : Lo Sperimentatore Geol. G.Gambetta Vianna — Il Direttore del laboratorio Ing. A.Manuelli

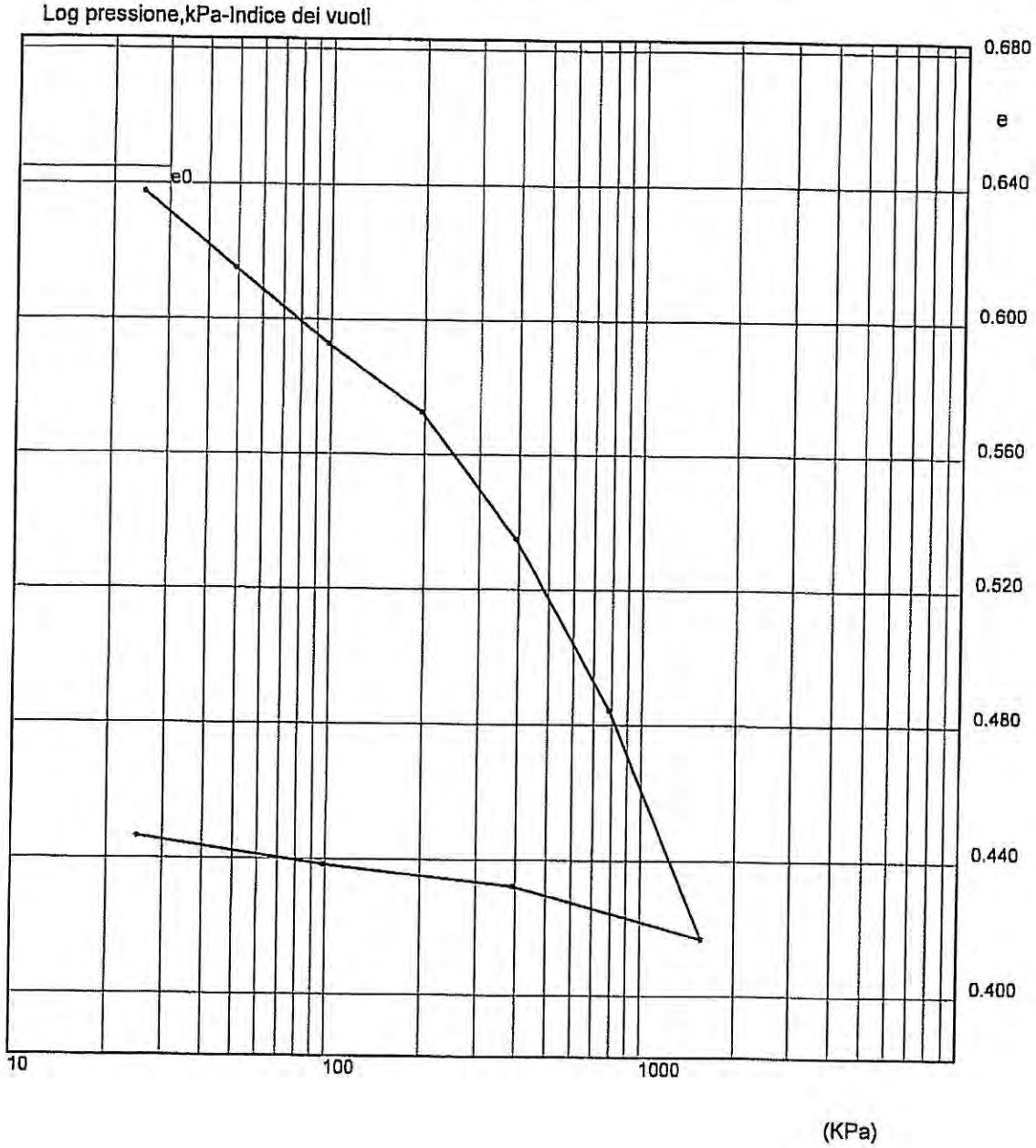
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 1304/G del 27/06/12
COMMITTENTE: BACCI MECCANICA
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Area PIP - Via Campania - Cascina (PI)

Verbale di accettazione: 183/1589
SOND.: 1 CAMP.: 1
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.5

PROVA EDOMETRICA I.L. UNI CEN ISO/TS 17892-5



NOTA:

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Data esecuzione prove: 14/06/12-25/06/12
Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

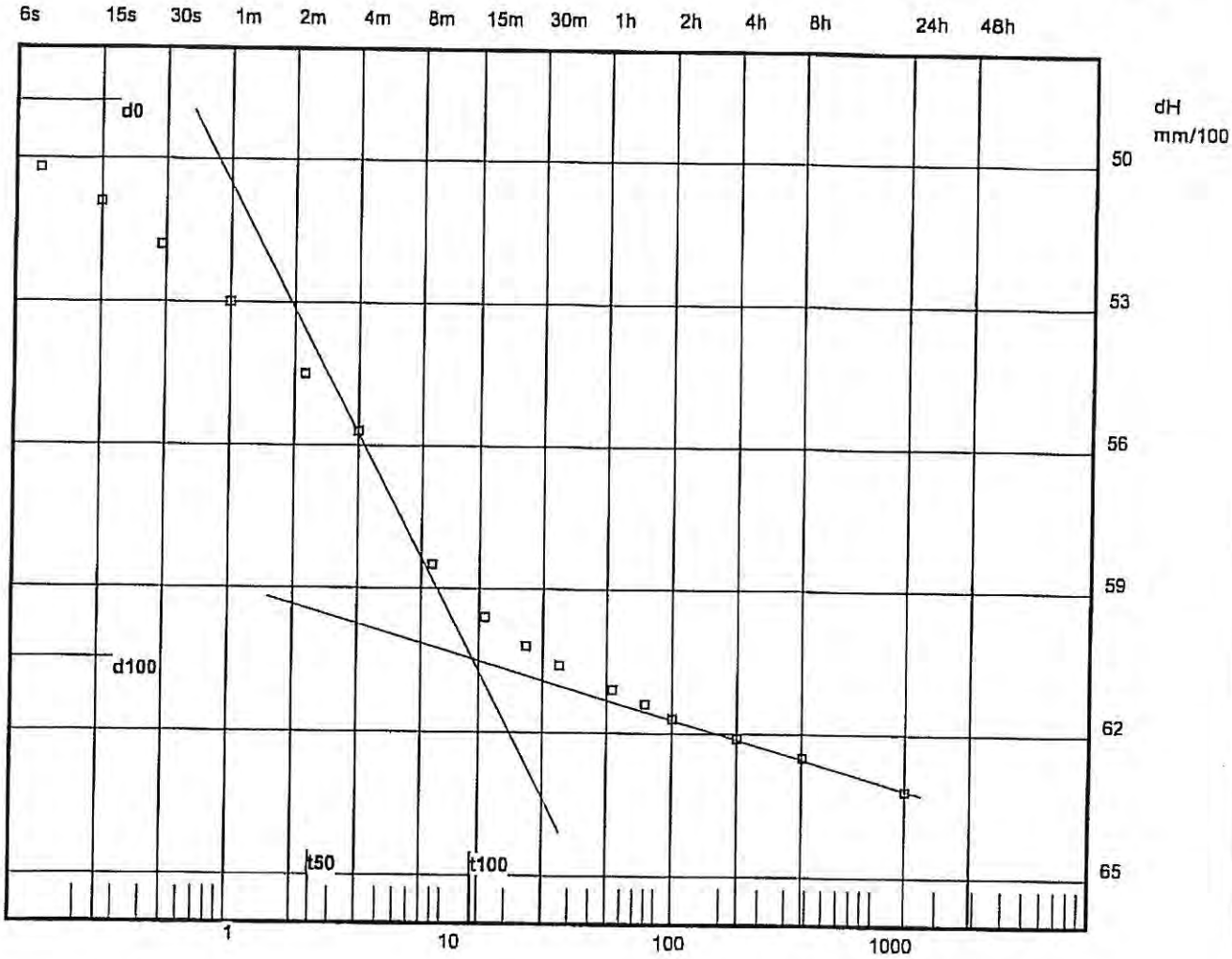
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 1304/G del 27/06/12
COMMITTENTE: BACCI MECCANICA
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Area PIP - Via Campania - Cascina (PI)

Verbale di accettazione: 183/1589
SOND.: 1 CAMP.: 1
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.5

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE:

PRESSIONE da 49.00 kPa a 98.00 kPa

t50= 146 sec

Cv= 1.27E-03 cm²/sec

k= 3.51E-08 cm/sec

NOTA:

Pagina: 3/4

Data esecuzione prove: 14/06/12-27/06/12

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

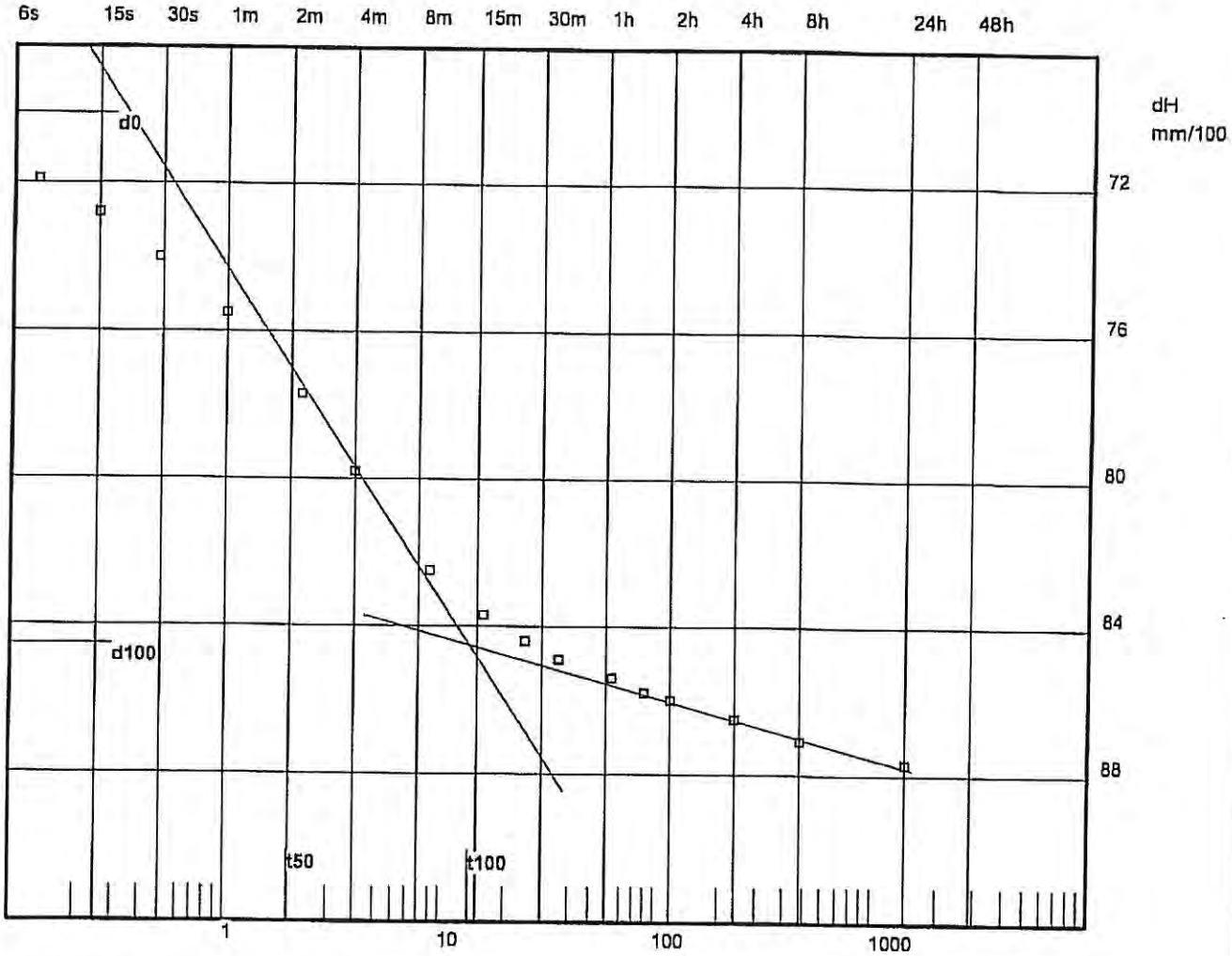
Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21821 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 1304/G del 27/06/12
COMMITTENTE: BACCI MECCANICA
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Area PIP - Via Campania - Cascina (PI)

Verbale di accettazione: 183/1589
SOND.: 1 CAMP.: 1
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.5

PROVA EDOMETRICA-CURVA DI CONSOLIDAZIONE UNI CEN ISO/TS 17892-5



TIPO DI CAMPIONE:

PRESSIONE da 98.00 kPa a 196.00 kPa

t50= 120 sec

Cv= 1.52E-03 cm^2/sec

k= 1.93E-08 cm/sec

NOTA:

Data esecuzione prove: 14/06/12-27/06/12

LABORATORIO SIGMA S.R.L. : **Lo Sperimentatore** Geol.G.Gambetta Vianna — **Il Direttore del laboratorio** Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 03667530489

Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

N. di certificato: 1305/G del 27/06/12
COMMITTENTE: BACCI MECCANICA
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Area PIP - Via Campania - Cascina (PI)

Verbale di accettazione: 183/1589
SOND.: 1 **CAMP.:** 1
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Condizioni del campione: Q1

Caratteristiche iniziali del campione

lato, mm= 60.00
altezza, mm= 20.00

	1	2	3
contenuto in acqua, %	24.43	24.51	24.44
grado di saturazione, %	101.74	97.77	101.96
peso di volume, kN/m^3	20.19	19.86	20.21
densità secca, kN/m^3	16.23	15.95	16.24
Peso specifico dei grani, t/m^3	2.75	2.75	2.75
Indice dei vuoti, -	0.66	0.69	0.66

PRESSIONI VERTICALI kPa	RESISTENZA AL TAGLIO kPa	RESISTENZA RESIDUA kPa
98.07	66.95	-
196.14	114.53	-
294.21	157.78	-

PARAMETRI A ROTTURA

RESISTENZA AL TAGLIO kPa	DEF. ORIZZONTALE mm	DEF. VERTICALE mm/100
66.95	2.42	-18.20
114.53	3.60	-14.60
157.78	3.48	-25.40

Velocità di taglio= 0.0076 mm/minuto

NOTA:

Data esecuzione prove: 14/06/12-27/06/12

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :
Lo Sperimentatore
Geol.G.Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing.A.Manuelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00587530489

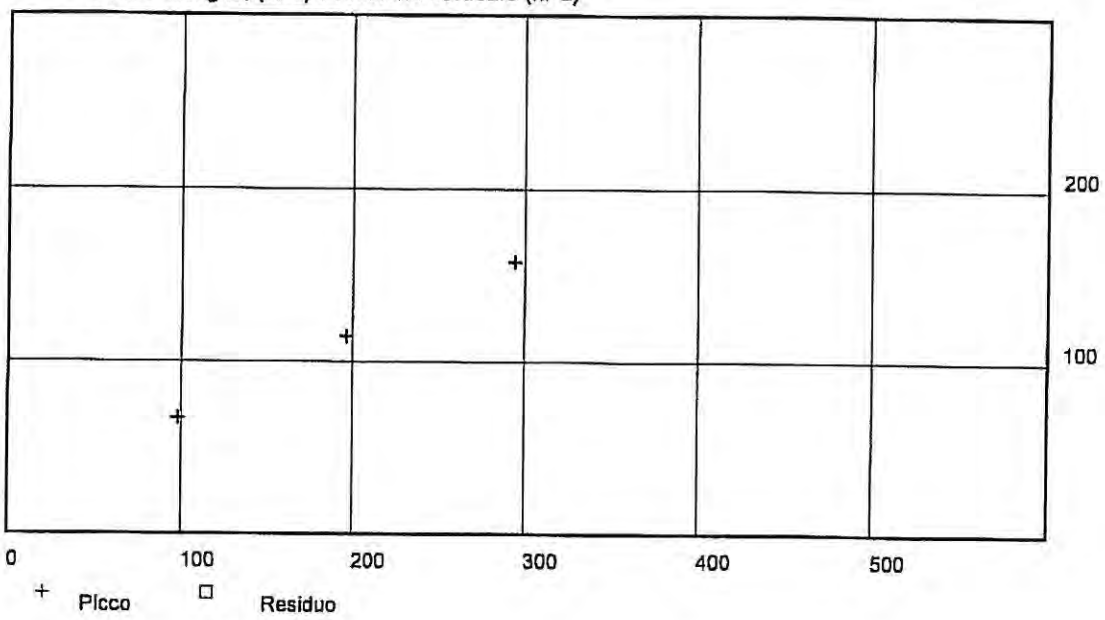
Laboratorio SIGMA s.r.l. – *Prove ed indagini geotecniche dal 1973*
Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (D.P.R. 380/2001 art.59)
D. M. n° 4240 del 05.05.2010 • Riconoscimento RINA - Associato A.L.I.G.
Sistema Gestione Qualità Certificato RINA ISO 9001:2008

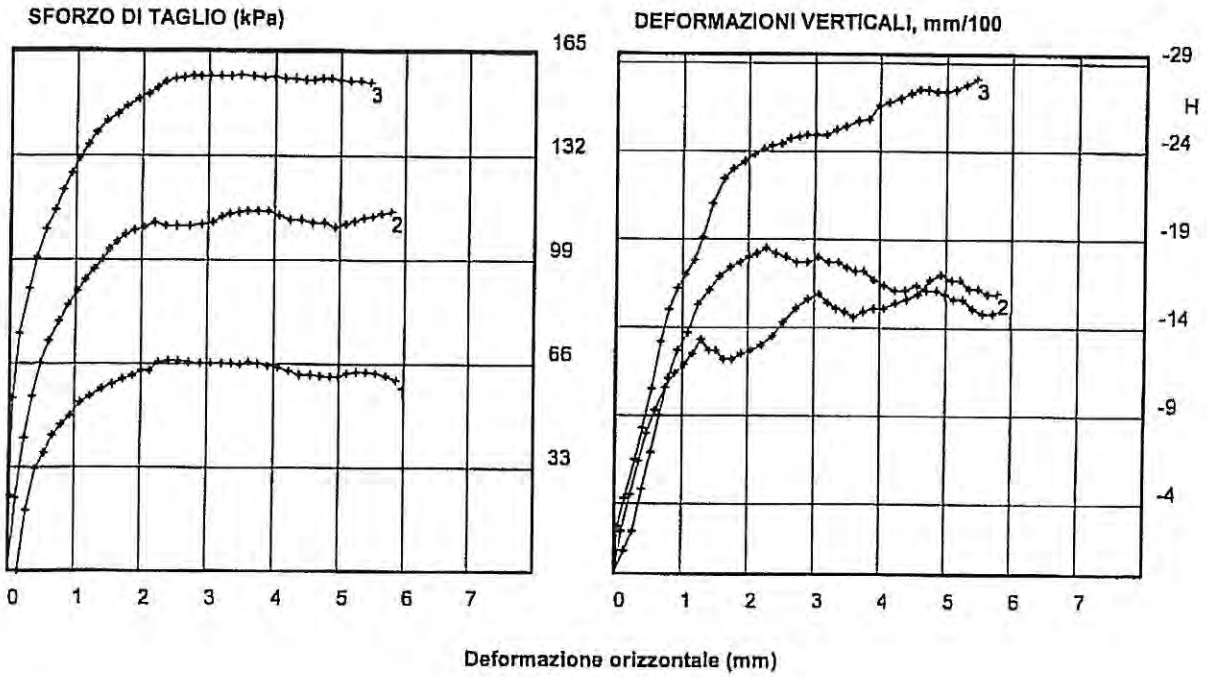
N. di certificato: 1305/G del 27/06/12
COMMITTENTE: BACCI MECCANICA
IMPRESA: Mappo Geognostica Srl
CANTIERE: Area PIP - Via Campania - Cascina (PI)

Verbale di accettazione: 183/1589
SOND.: 1 CAMP.: 1
PROFONDITA', m: 2.0 - 2.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. UNI CEN ISO/TS 17892-10

Sforzo di taglio, (kPa)-Pressione verticale (kPa)





NOTA:

Pagina: 2/2

Data esecuzione prove: 14/06/12-27/06/12

LABORATORIO SIGMA S.R.L. :

Lo Sperimentatore
Geol. G. Gambetta Vianna

Il Direttore del laboratorio
Ing. A. Manfelli

Via P. Gobetti, 8 - 50013 Capalle CAMPI BISENZIO - FIRENZE - Tel. 055/89.85.519 (r.a.) - Fax 055/89.85.520
www.laboratoriosigma.it - e-mail: lab.sigma@mclink.it - pec: sigma-srl@legalmail.it
C.C.I.A.A. Firenze N. 240940 - Reg. Soc. Trib. di Firenze N.21921 - C/C Postale N.19025501 - Cod. Fisc./Part. I.V.A. 00667530489

COMUNE DI CASCINA
(Provincia di Pisa)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE CON CONTESTUALE VARIANTE PER INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

PIP Cascina Est, Via del Fosso Vecchio

RELAZIONE GEOLOGICA

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

(L.R. 3 Gennaio 2005 n. 1, art. 62 - DPGR 25 ottobre 2011 n. 53/R)

Committente:
FORTE S.r.l.
Comune di Cascina

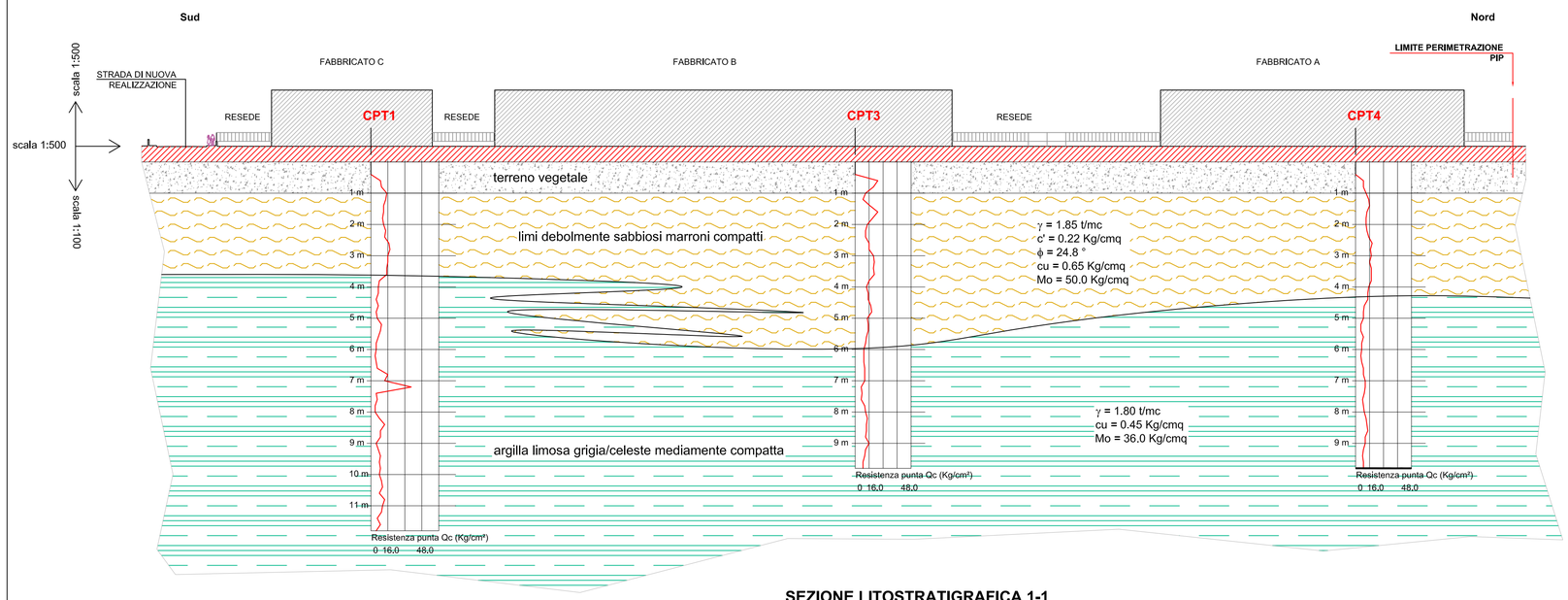
Geologo:
Dott. Samuele MORANDI

TAV. 1

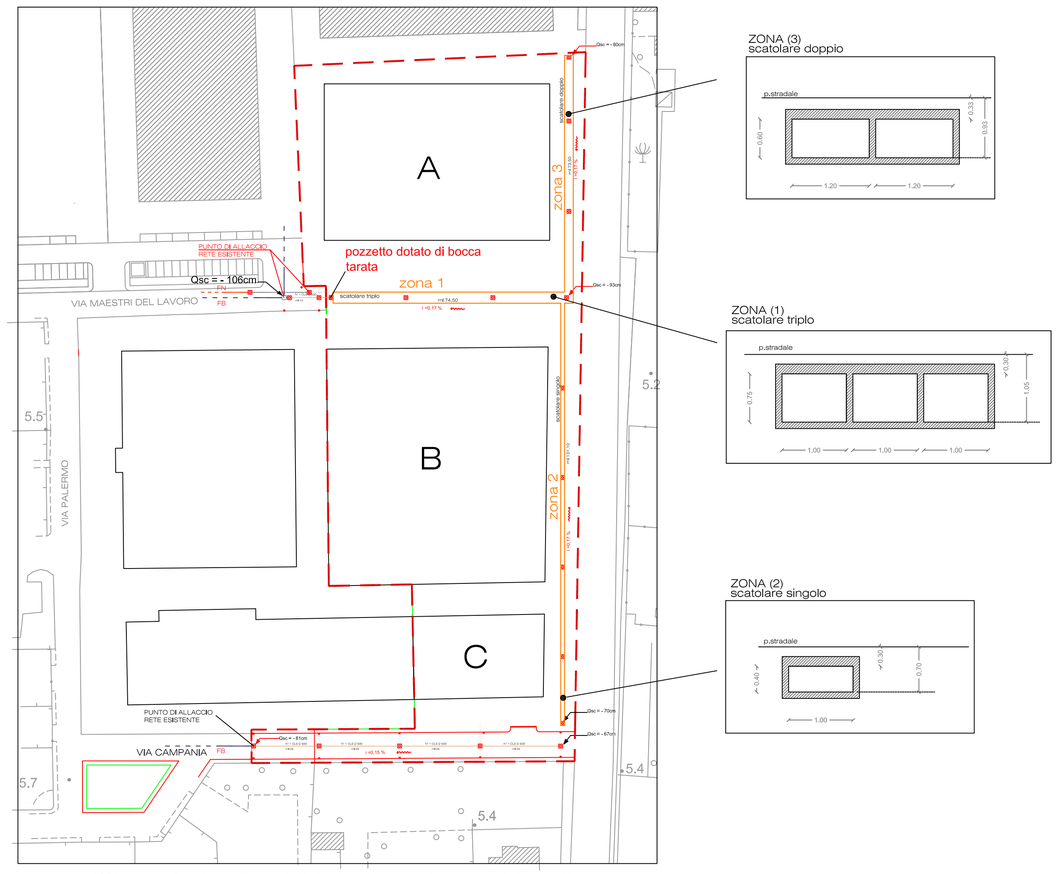
- Planimetria generale ed ubicazione indagini geognostiche (scala 1:1000)
- Sezione litostratigrafica 1 - 1 (scala 1:100/1:500)
- Sviluppo fognatura bianca e opere di invarianza idraulica

Maggio 2017

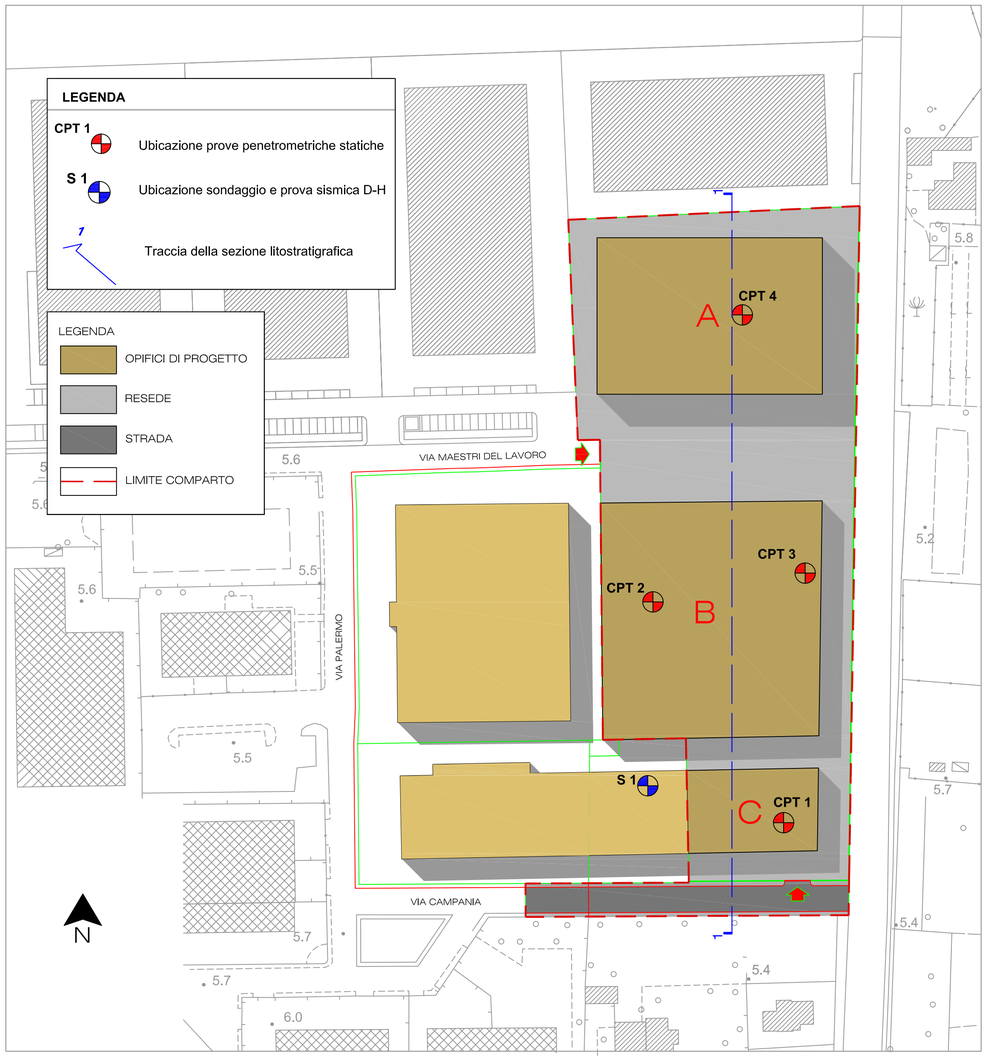
Dott. SAMUELE MORANDI - Geologo
Via della Costituente, 17 - 56024 Ponte a Egola (Pisa)
Tel. 3384170741 e-mail: morandisamuele@tiscali.it
sito web: http://www.studiolithos.it



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA 1-1
(scala 1:100/1:500)



FOGNATURA BIANCA ED OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA
(scala 1:1000)



PLANIMETRIA GENERALE ED UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
(scala 1:1000)